

JPO and INPIT are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
  2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
  3. In the drawings, any words are not translated.
- 

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1]A fuel cell system which is provided with a fuel cell and a rechargeable battery which were connected in parallel, and supplies electric power to load, comprising:

A remaining capacity detection means to detect remaining capacity of said rechargeable battery.

An output control means which restricts supply of electric power to said load according to remaining capacity of said rechargeable battery detected by said remaining capacity detection means.

[Claim 2]The fuel cell system according to claim 1 which restricts or intercepts supply of electric power to said load when remaining capacity of said rechargeable battery from which said output control means was detected by said remaining capacity detection means is below the specified quantity.

[Claim 3]The fuel cell system according to claim 1 or 2 which restricts supply of electric power to said load by said output control means's suppressing an output to said load below to a predetermined limit value, and enabling charge of said rechargeable battery with said fuel cell.

[Claim 4]A fuel cell system given in claims 1 thru/or 3 characterized by comprising the following.

A fuel cell current value to which said fuel cell outputs said remaining capacity detection means.

A rechargeable battery current value which said rechargeable battery outputs.

A current value detection means which detects at least two kinds of current values among total current values which are the sum of said fuel cell current value and said rechargeable battery current value.

A remaining capacity judging means which judges remaining capacity of said rechargeable battery from a relation between each current value based on a detection result by said current value detection means.

[Claim 5]A fuel cell system given in claims 1 thru/or 3 characterized by comprising the following.

A rechargeable battery current value detection means which detects a current value to

which said rechargeable battery outputs said remaining capacity detection means. A pressure value detection means to detect a pressure value in said fuel cell system. Said rechargeable battery current value which said rechargeable battery current value detection means detected. A remaining capacity judging means which judges remaining capacity of said rechargeable battery based on said pressure value which said pressure value detection means detected.

[Claim 6]By rotating a motor and telling torque of this motor to an axle with electrical energy, it is an electromobile which obtains driving force as vehicles, and claims 1 thru/or 5 are the electromobiles which carry a fuel cell system of a statement and with which said motor receives supply of electric power from this fuel cell system either.

[Claim 7]The electromobile according to claim 6 which restricts supply of electric power to said load by control to which said output control means carries out restriction of number of rotations of said motor, and/or restriction of torque.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the fuel cell system provided with the fuel cell and the rechargeable battery as a power supply, and the electromobile which carries this fuel cell system in detail about a fuel cell system and an electromobile.

#### [0002]

[Description of the Prior Art]Conventionally, as this kind of a fuel cell device, it has a fuel cell and a rechargeable battery as a power supply, and the fuel cell device which uses both together and supplies electric power to load is proposed (for example, JP,47-32321,A etc.). By opening and closing the predetermined point of contact provided in the circuit which constitutes a fuel cell device from this fuel cell device, If a fuel cell supplies electric power to load independently and load becomes large when load is small, it will change so that both a fuel cell and a rechargeable battery may discharge and electric power may be supplied to load. When the charging state of a rechargeable battery falls, a fuel cell supplies electric power to load, and it changes connection of a circuit so that a rechargeable battery may be charged. A fuel cell has the character in which voltage will descend as output current becomes large, but by taking the above-mentioned composition which puts a fuel cell and a rechargeable battery side by side, also when the power consumption of load is large, sufficient output can be obtained.

#### [0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, in the above-mentioned fuel cell device, it has composition changed to the state of charging from the state where the rechargeable battery is discharging by opening and closing the predetermined point of contact provided in the circuit which constitutes a fuel cell device as correspondence when the charging

state of a rechargeable battery falls. Therefore, if the electric energy supplied to load is large, the above-mentioned point of contact will change with the fall of the remaining capacity of a rechargeable battery, but. When the state where load was large successingly continued, since there was no supply of the electric power from a rechargeable battery, the load concerning a fuel cell increased, output voltage descended, and there was a problem that sufficient output was no longer obtained.

[0004]Instead of opening and closing a predetermined point of contact according to the remaining capacity of a rechargeable battery, and controlling the state of the charge and discharge of a rechargeable battery, as described above, A rechargeable battery and a fuel cell can be considered as the composition connected in parallel, and when changing the output voltage difference of a rechargeable battery and a fuel cell according to change of the size of load, it can also have composition which changes the charge-and-discharge state of a rechargeable battery. Also in this case, if the state where load is large continues, since the remaining capacity of a rechargeable battery continues falling, it will require superfluous load for a fuel cell.

[0005]In these composition, when the electric energy which the remaining capacity of a rechargeable battery falls and is supplied from a rechargeable battery runs short, it may originate in the load of a fuel cell increasing, and various problems may arise. That is, when the load of a fuel cell increases and the output current from a fuel cell exceeds the specified quantity, even if it makes the gas volume supplied to a fuel cell increase, there is a possibility that the increase in the production of electricity corresponding to the increase in gas volume may no longer be acquired, voltage may become still more unstable, and inconvenience, such as a rapid descent of voltage, may arise.

[0006]When the output current of a fuel cell exceeds the specified quantity in this way and voltage becomes unstable, in the single cell which constitutes a fuel cell, the phenomenon called the polarity inversion which the positive/negative of an electrode reverses may be seen. If a polarity inversion occurs, voltage not only becomes unstable, but the energy which should be changed into electrical energy by electrochemical reaction will be released as heat energy, and a fuel cell will produce excessive generation of heat selectively, therefore short-life-ization of a fuel cell will be caused.

[0007]The fuel cell system and electromobile of this invention, Such a problem was solved, the load which becomes insufficient [ the electric power which the remaining capacity of a rechargeable battery falls and is supplied from a rechargeable battery ], and is applied to a fuel cell became superfluous, it was made for the purpose of preventing inconvenience, such as a voltage drop and excessive generation of heat, from arising in a fuel cell, and the next composition was taken.

[0008]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effect] A remaining capacity detection means to be a fuel cell system which the fuel cell system of this invention is provided with the fuel cell and rechargeable battery which were connected in parallel, and supplies electric power to load, and to detect the remaining capacity of said

rechargeable battery, Let it be a gist to have had the output control means which restricts supply of the electric power to said load according to the remaining capacity of said rechargeable battery detected by said remaining capacity detection means.

[0009]The 1st fuel cell system of this invention constituted as mentioned above is provided with a fuel cell and a rechargeable battery which were connected in parallel, supplies electric power to load, detects remaining capacity of a rechargeable battery, and restricts supply of electric power from said power supply to said load according to this remaining capacity.

[0010]According to such a fuel cell system, in order to restrict supply of electric power to load according to remaining capacity of a rechargeable battery, when a charging state of a rechargeable battery falls, the further aggravation of a state of remaining capacity of a rechargeable battery can be suppressed, and superfluous load is not applied to a fuel cell. Therefore, it originates in a current value which it tries to take out from a fuel cell being superfluous, and inconvenience, like a fuel cell causes a voltage drop or excessive generation of heat takes place selectively does not arise.

[0011]Here, in a fuel cell system of this invention, said output control means is good also as composition which restricts or intercepts supply of electric power to said load, when remaining capacity of said rechargeable battery detected by said remaining capacity detection means is below the specified quantity.

[0012]In a fuel cell system of such composition, when remaining capacity of a rechargeable battery is below the specified quantity, supply of electric power to said load is restricted or intercepted. Therefore, when remaining capacity of a rechargeable battery has turned into below the specified quantity, superfluous load is applied to a fuel cell and inconvenience, such as a voltage drop of a fuel cell and excessive generation of heat, does not arise. When intercepting supply of electric power to load, a rechargeable battery by a fuel cell can be charged promptly.

[0013]In a fuel cell system of this invention, said output control means is good also as restricting supply of electric power to said load by suppressing an output to said load below to a predetermined limit value, and enabling charge of said rechargeable battery with said fuel cell.

[0014]When a fuel cell system of such composition restricts supply of electric power to said load according to remaining capacity of a rechargeable battery, it enables charge of said rechargeable battery with said fuel cell by suppressing an output to said load below to a predetermined limit value. Therefore, when a charging state of a rechargeable battery falls, charge by a fuel cell is performed, and a charging state of a rechargeable battery can be recovered.

[0015]In a fuel cell system of this invention, said remaining capacity detection means, A fuel cell current value which said fuel cell outputs, and a rechargeable battery current value which said rechargeable battery outputs, A current value detection means which detects at least two kinds of current values among total current values which are the sum of said fuel cell current value and said rechargeable battery current value, It is good also as

consisting of a remaining capacity judging means which judges remaining capacity of said rechargeable battery from a relation between each current value based on a detection result by said current value detection means.

[0016]A fuel cell current value which said fuel cell outputs in a fuel cell system of such composition, At least two kinds of current values are detected among total current values which are the sum of a rechargeable battery current value which said rechargeable battery outputs, and said fuel cell current value and said rechargeable battery current value, and remaining capacity of said rechargeable battery is judged from a relation between each current value based on this detection result. Therefore, in order to detect remaining capacity of a rechargeable battery, it is not necessary to have a special remaining capacity monitor, and composition can be simplified. Instead of having a remaining capacity monitor, remaining capacity of said rechargeable battery can be judged by a simple method of detecting a current value and performing predetermined data processing.

[0017]Or in a fuel cell system of this invention said remaining capacity detection means, A rechargeable battery current value detection means which detects a current value which said rechargeable battery outputs, It is good also as consisting of a remaining capacity judging means which judges remaining capacity of said rechargeable battery based on a pressure value detection means to detect a pressure value in said fuel cell system, said rechargeable battery current value which said rechargeable battery current value detection means detected, and said pressure value which said pressure value detection means detected.

[0018]In a fuel cell system of such composition, a current value which said rechargeable battery outputs, and a pressure value in said fuel cell system are measured, and remaining capacity of said rechargeable battery is judged based on these detection results. Therefore, in order to detect remaining capacity of a rechargeable battery, it is not necessary to have a remaining capacity monitor specially, and composition can be simplified. Instead of having a remaining capacity monitor, remaining capacity of said rechargeable battery can be judged by a simple method of detecting a current value and a pressure value and performing predetermined data processing.

[0019]An electromobile of this invention rotates a motor with electrical energy, By telling torque of this motor to an axle, it is an electromobile which obtains driving force as vehicles, and there is no claim 1, a fuel cell system of a statement is carried 5 either, and said motor makes it a gist to receive supply of electric power from this fuel cell system.

[0020]According to the electromobile constituted as mentioned above, according to remaining capacity of a rechargeable battery which supplies electrical energy for driving an electromobile, supply of electric power to a motor which drives an electromobile is restricted. Therefore, load which a charging state of a rechargeable battery does not fall too much, therefore is applied to a fuel cell becomes superfluous, and inconvenience, such as a voltage drop and excessive generation of heat, does not arise in a fuel cell. Here, if charge of a rechargeable battery by a fuel cell is considered as composition made possible by making an output to a motor below into a predetermined limit value when restricting supply of

electric power to a motor, it will become possible to recover a charging state of a rechargeable battery, making it run an electromobile.

[0021]As for said output control means, in an electromobile of this invention, it is also preferred to have composition which restricts supply of electric power to said load by control which performs restriction of number of rotations of said motor and/or restriction of torque.

[0022]If it has such composition, by passing a predetermined control circuit with which an electromobile is provided, restriction of number of rotations of a motor and/or restriction of torque can be performed, and power consumption in a motor can be cut down. Therefore, in order to restrict supply of electric power to a motor, it is not necessary to have special composition, such as a circuit provided with predetermined resistance.

[0023]

[Other modes of an invention] The electromobile which carries a fuel cell system of this invention can also take other following modes. That is, in the electromobile according to claim 6 or 7, when supply of electric power to said load is restricted by said output control means, it is good also as having a warning means which tells a driver about supply of electric power being restricted. Methods, such as turning on a predetermined alarm lamp or emitting here a sound and a predetermined beep sound which tell that it is during load limitation as a warning means, can be mentioned.

[0024]When it had such composition and supply of electric power to load is restricted, although a driver breaks in an accelerator pedal of an electromobile, even if it will be in the state of speed of vehicles not increasing or falling and that vehicles will stop further, it does not take for a breakdown. Although the operativity of vehicles by a driver is reduced, a safe run under load limitation conditions can be urged to restricting supply of electric power to load by telling a driver about supply of electric power being restricted.

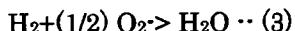
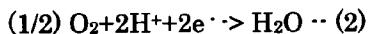
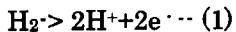
[0025]

[Embodiment of the Invention]In order to clarify further composition and an operation of this invention explained above, an embodiment of the invention is described based on an example below. Drawing 1 is a block diagram showing the outline of the composition of the electromobile which carries the fuel cell system 10 which is one suitable example of this invention. The fuel cell system 10 of this example is carried in vehicles, and works as a power supply for a vehicles drive. The fuel cell system 10 makes the main components the fuel cell 20, the rechargeable battery 30, the motor 32 for a vehicles drive, the auxiliary machine class 34, DC to DC converter 36, the changeover switch 38, the remaining capacity monitor 46, the control section 50, the inverter 80, and the current sensor 90. Hereafter, each component of the fuel cell system 10 is explained.

[0026]The fuel cell 20 is a solid polymer electrolyte type fuel cell, and has the stack structure which carried out the plural laminates of the single cell 28 which is a constitutional unit. The fuel cell 20 receives supply of the fuel gas containing hydrogen in the negative pole side, and acquires electromotive force to the anode side according to the electrochemical reaction shown below in response to supply of the oxidizing gas containing

oxygen.

[0027]



[0028](1) A formula shows the reaction by the side of the negative pole, and the reaction by the side of the anode of (2) types, and (3) types express the reaction which occurs by the whole cell. Drawing 2 is a sectional view which illustrates the composition of the single cell 28 which constitutes this fuel cell 20. The single cell 28 comprises the electrolyte membrane 21, the anode 22 and the cathode 23, and the separators 24 and 25.

[0029]The anode 22 and the cathode 23 are gas diffusion electrodes which constitute sandwich structure on both sides of the electrolyte membrane 21 from both sides. The separators 24 and 25 form the channel of fuel gas and oxidizing gas between the anode 22 and the cathode 23, sandwiching this sandwich structure from both sides further. Between the anode 22 and the separator 24, the fuel gas flow route 24P is formed, and the oxidizing gas passage 25P is formed between the cathode 23 and the separator 25. Although the separators 24 and 25 form the channel only in one side in drawing 2, respectively, the rib is actually formed in the both sides, one side forms the fuel gas flow route 24P between the anodes 22, and other sides form the oxidizing gas passage 25P between the cathodes 23 with which the adjoining single cell is provided. Thus, the separators 24 and 25 have played the role which separates the flow of fuel gas and oxidizing gas between the adjoining single cells while forming a gas passageway between gas diffusion electrodes. When laminating the single cell 28 and forming stack structure from the first, the separator of two sheets located in the both ends of stack structure is good also as forming a rib only in one side which touches a gas diffusion electrode.

[0030]Here, the electrolyte membrane 21 is an ion-exchange membrane of the proton conductivity formed with solid polymer material, for example, fluororesin, and shows good electrical conductivity according to a damp or wet condition. In this example, the Nafion film (made by Du Pont) was used. The alloy which consists of platinum as a catalyst or platinum, and other metal is applied to the surface of the electrolyte membrane 21. The carbon powder which supported the alloy which consists of platinum or platinum, and other metal as a method of applying a catalyst is produced. The suitable organic solvent was made to distribute the carbon powder which supported this catalyst, a proper quantity of electrolytic solutions (for example, Aldrich Chemical, Nafion Solution) were added and pasted, and the method of screen-stenciling on the electrolyte membrane 21 was taken. Or the composition which carries out film shaping of the paste containing the carbon powder which supported the above-mentioned catalyst, produces a sheet, and presses this sheet on the electrolyte membrane 21 is also preferred. The catalyst of platinum etc. is good also as applying not the electrolyte membrane 21 but the electrolyte membrane 21 to the anode [touching] 22 and cathode 23 side.

[0031]Both the anode 22 and the cathode 23 are formed by the carbon crossing woven with

the thread which consists of carbon fiber. In this example, although the anode 22 and the cathode 23 were formed by carbon crossing, the composition formed by the carbon paper or carbon felt which consists of carbon fiber is also preferred.

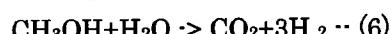
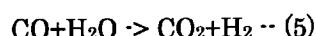
[0032]The separators 24 and 25 are formed by the gas unpenetrated conductive member, for example, the substantia-compacta carbon which compressed carbon and it presupposed gas un-penetrating. The separators 24 and 25 form in the both sides two or more ribs arranged in parallel, and as mentioned already, the fuel gas flow route 24P is formed on the surface of the anode 22, and they form the oxidizing gas passage 25P on the surface of the cathode 23 of the adjoining single cell. Here, the rib formed in the surface of each separator is good also as making a predetermined angle -- it is not necessary to form both sides in parallel, and they go direct for every field. It does not need to be a parallel groove, and if supply of fuel gas or oxidizing gas is possible for the shape of a rib to a gas diffusion electrode, it is good.

[0033]In the above, the composition of the single cell 28 which is the basic structure of the fuel cell 20 was explained. When actually assembling as the fuel cell 20, Two or more sets of single cells 28 constituted in order of the separator 24, the anode 22, the electrolyte membrane 21, the cathode 23, and the separator 25 are laminated (this example 100 sets), Stack structure is constituted by arranging the collecting electrode plates 26 and 27 formed in the both ends by substantia-compacta carbon, a copper plate, etc.

[0034]Although not illustrated with the block diagram of drawing 1, in order to actually generate electricity using a fuel cell, predetermined peripheral equipment is needed besides the fuel cell body which has the above-mentioned stack structure. Drawing 3 is a block diagram which illustrates the composition of the fuel cell part 60 which consists of the fuel cell 20 and its peripheral equipment. The fuel cell part 60 makes the main components the above-mentioned fuel cell 20, the methanol tank 61 and the water tank 62, the reformer 64, and the air compressor 66.

[0035]The reformer 64 receives supply of methanol and water from the methanol tank 61 and the water tank 62. performing refining by a steam reforming process by using the supplied methanol as raw materials and mineral fuel in the reformer 64 -- hydrogen -- rich fuel gas is generated. The reforming reaction performed to below with the reformer 64 is shown.

[0036]



[0037]The conversion reaction of the carbon monoxide expressed with the decomposition reaction of the methanol by which the reforming reaction of methanol performed with the reformer 64 is expressed with (4) types, and (5) types advances simultaneously, and the reaction of (6) types occurs as a whole. Such a reforming reaction is an endoergic reaction as a whole. the hydrogen generated with the reformer 64 -- rich fuel gas is supplied to the fuel cell 20 via the fuel supply line 68, within the fuel cell 20, in each single cell 28, it is led

to said fuel gas flow route 24P, and the cell reaction in the anode 22 is presented. Although it is expressed with described (1) type, in order to add water required of this reaction and to prevent desiccation of the electrolyte membrane 21, after the reaction performed with the anode 22 forms a humidifier in the fuel supply line 68 and humidifies fuel gas, it is good also as supplying the fuel cell 20.

[0038]The air compressor 66 carries out pressurized supply of the air incorporated from the exterior to the fuel cell 20. The air which was incorporated into the air compressor 66 and pressurized is supplied to the fuel cell 20 via the air feed 69, within the fuel cell 20, in each single cell 28, it is led to said oxidizing gas passage 25P, and the cell reaction in the cathode 23 is presented with it. Generally, with a fuel cell, since reaction velocity rises so that the pressure of the gas supplied to two poles increases, battery capacity improves. Then, the air supplied to the cathode 23 is pressurizing with the air compressor 66 in this way. The pressure of the fuel gas supplied to the anode 22 can be easily adjusted by controlling the switching condition of the electro-magnetic valve 67 of a mass flow controller provided in the described fuel supply line 68.

[0039]The fuel exhaust gas after being used for the cell reaction with the anode 22 in the fuel cell 20, and a part of air compressed by the air compressor 66 are supplied to the reformer 64. As mentioned already, the reforming reaction in the reformer 64 is an endoergic reaction, and since supply of heat is required, the burner which is not illustrated to reformer 64 inside is prepared for heating from the exterior. The above-mentioned fuel gas and compressed air are used for combustion of this burner. The fuel exhaust gas discharged from the anode side of the fuel cell 20 is led to the reformer 64 by the fuel exhaust passage 71, and compressed air is led to the reformer 64 by the branching air duct 70 which branches from the air feed 69. The hydrogen which remains in a fuel exhaust gas, and oxygen in compressed air are used for combustion of a burner, and supply quantity of heat required for a reforming reaction.

[0040]Such a fuel cell 20 can control an output by adjusting a fuel gas amount and the amount of oxidizing gas according to the size of the load connected. Control of this output is performed by the control section 50. That is, the driving signal from the control section 50 is outputted to the electro-magnetic valve 67 provided in the air compressor 66 mentioned already or the fuel supply line 68, the amount of distributed gas is controlled by adjusting the drive quantity and switching condition, and the output of the fuel cell 20 is adjusted.

[0041]The fuel cell 20 explained above is connected with the rechargeable battery 30, the motor 32, and the auxiliary machine class 34. This fuel cell 20 supplies electric power to the motor 32 and the auxiliary machine class 34, and it charges the rechargeable battery 30 according to the state of these loads. The control in connection with the charge-and-discharge state of such a rechargeable battery 30 is explained in detail later.

[0042]The rechargeable battery 30 is an electric power unit which supplies electric power to the motor 32 and the auxiliary machine class 34 with the above-mentioned fuel cell 20. Although the lead storage battery was used in this example, rechargeable batteries of other type, such as a Ni Cd battery, a nickel hydrogen storage battery, and a lithium

secondary battery, can also be used. The capacity of this rechargeable battery 30 is determined by the performances (top speed, mileage, etc.) etc. of the travel condition the size of the vehicles which carry the fuel cell system 10, and these vehicles are assumed to be, or the vehicles demanded.

[0043]The motor 32 is a three phase synchronous motor. A direct current which the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 output is changed into a three phase alternating current by the inverter 80 mentioned later, and is supplied to the motor 32 by it. In response to supply of such electric power, the motor 32 generates rotation driving force, and via the axle in the vehicles which carry the fuel cell system 10, this rotation driving force is told to the front wheel and/or rear wheel of vehicles, and turns into power which makes it run vehicles. This motor 32 receives control of the control device 33. The control device 33 is connected with the accelerator pedal position sensor 33b etc. which detect the control input of the accelerator pedal 33a. The control device 33 is connected also with the control section 50, and various information about the drive of the motor 32, etc. is exchanged between this control section 50.

[0044]The auxiliary machine class 34 is load which consumes the electric power in a prescribed range during operation of the fuel cell system 10. For example, the air compressor 66, a water pump, a mass flow controller, etc. are equivalent to this. The air compressor 66 adjusts the oxidizing gas pressure supplied to the fuel cell 20, as mentioned already. A water pump controls the internal temperature of the fuel cell 20 below to a predetermined temperature by pressurizing cooling water, circulating the inside of the fuel cell 20, circulating cooling water in this way, and making heat exchange perform within the fuel cell 20. A mass flow controller adjusts the pressure and flow of fuel gas which are supplied to the fuel cell 20 as mentioned already. Therefore, although independently expressed with the block diagram of drawing 1 the fuel cell 20 and the auxiliary machine class 34, about the apparatus in connection with control of the operational status of these fuel cells 20, it can also be called the peripheral equipment of the fuel cell 20. It is a maximum of 5 kw(s), and there is little power consumption of such an auxiliary machine class 34 compared with the power consumption of the motor 32, and its change of power consumption is also small.

[0045]DC to DC converter 36 changes the voltage of the electrical energy which the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 output, and supplies it to the auxiliary machine class 34. Voltage required to drive the motor 32 is usually about 200V-300V, and the voltage corresponding to this is outputted from the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30. However, when driving the auxiliary machine class 34 of the water pump etc. which were mentioned already, voltage is about 12V, and it cannot supply the voltage outputted from the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 in the state as it is. Therefore, voltage is dropped with DC to DC converter 36.

[0046]By forming the changeover switch 38 all over the circuit which connects the motor 32 and the auxiliary machine class 34 in parallel to the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30, and changing this changeover switch 38, The fuel cell 20 and the rechargeable

battery 30, and the motor 32 can be connected, or it can separate. The connected state in the changeover switch 38 is controlled by the control section 50.

[0047]The remaining capacity monitor 46 detects the remaining capacity of the rechargeable battery 30, and is constituted by SOC meter here. SOC meter integrates the current value and time of charge and discharge in the rechargeable battery 30, and the control section 50 calculates the remaining capacity of the rechargeable battery 30 based on this value. The remaining capacity monitor 46 is good also as constituting by a voltage sensor instead of SOC meter here. Since a pressure value falls as that remaining capacity decreases, the rechargeable battery 30 can detect the remaining capacity of the rechargeable battery 30 by measuring voltage using this character. The control section 50 can calculate the remaining capacity of the rechargeable battery 30 based on the measured value inputted from a voltage sensor by connecting such a voltage sensor to the control section 50, and memorizing the relation of the pressure value and remaining capacity in a voltage sensor beforehand to the control section 50. Or the remaining capacity monitor 46 is good also as composition which measures the specific gravity of the electrolysis solution of the rechargeable battery 30, and detects remaining capacity.

[0048]The control section 50 is constituted as a logic circuit centering on a microcomputer, and consists of CPU52, ROM54, RAM56, and the input/output port 58. CPU52 performs a predetermined operation etc. according to the control program set up beforehand. A control program, control data, etc. required to perform various data processing are beforehand stored in ROM54 by CPU52, and various data required similarly at CPU52 to perform various data processing is temporarily written by reading and RAM56. The input/output port 58 inputs the detecting signal from various sensors, such as the remaining capacity monitor 46, etc., and according to the result of an operation of CPU52, outputs a driving signal to the changeover switch 38, the inverter 80, etc., and controls the driving state of each part of a fuel cell system.

[0049]Although drawing 1 showed only the input of the detecting signal from the remaining capacity monitor 46, and the signal from the current sensor 90, the output of the driving signal to the inverter 80 and the changeover switch 38, and the exchange of the signal between the control devices 33 about the control section 50, In addition to this, the control section 50 is performing the various control in a fuel cell system. As main things, control of the operational status of the fuel cell 20 can be mentioned in the control by the control section 50 which is not illustrated. As mentioned already, a driving signal is outputted to the air compressor 66 or a mass flow controller, control the amount of oxidizing gas, and a fuel gas amount, the quantity of the methanol supplied to the reformer 64 and water is controlled, or the control section 50 is also performing temperature controlling of the fuel cell 20, and temperature controlling of the reformer 64.

[0050]The inverter 80 changes into three-phase alternating current a direct current supplied from the fuel cell 20 or the rechargeable battery 30, and supplies it to the motor 32. Here, it is controllable in the driving force generated by the motor 32 by adjusting the amplitude (actually pulse width) and frequency of three-phase alternating current which

are supplied to the motor 32 based on the directions from the control section 50. This inverter 80 is constituted considering six switching elements (for example, bipolar form MOSFET (IGBT)) as a main circuit element, A direct current supplied by the switching operation of these switching elements from the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 is changed into the three phase alternating current of arbitrary amplitude and frequency. It is connected to the control section 50 by the electric conduction line, and each switching element with which the inverter 80 is provided receives control of the timing of the switching with the driving signal from the control section 50.

[0051]The current sensor 90 detects the output current from the rechargeable battery 30. Although the output state of the rechargeable battery 30 has a case of discharge, and a case of charge, it is henceforth called output current about the case of both charge and discharge. This current sensor 90 has connected with the control section 50, and the current value detected by the current sensor 90 is inputted into the control section 50. The inputted current value is used when judging the charge-and-discharge state in the rechargeable battery 30.

[0052]Although the composition of the fuel cell system 10 was explained above next, operation of this fuel cell system 10 is explained. First, the situation of the output from the fuel cell 20 in the fuel cell system 10 and the rechargeable battery 30 is explained. Since the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 are connected in parallel, if both both may become the side which supplies electric power according to the size of load, the charging state of the rechargeable battery 30, etc., charge of the rechargeable battery 30 by the fuel cell 20 may be performed.

[0053]Drawing 4 is an explanatory view showing the output characteristics of the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30. A pressure value falls as a big pressure value can be acquired and a current value becomes large, when the fuel cell 20 has a small current value with small load outputted at the time [ a current value ]. Although the rechargeable battery 30 can maintain the pressure value of a prescribed range covering a large current value, a pressure value goes up and down it according to the charging state. The output characteristics of the rechargeable battery 30 shown in drawing 4 are things when the rechargeable battery 30 is fully charged.

[0054]For example, when the electric power which the vehicles which carry a fuel cell system are accelerating and the motor 32 requires is large, all the current taken to drive the motor 32 and the auxiliary machine class 34 is set to  $I_{t1}$ . If current is taken out from the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 at this time, according to this current value, the voltage between output terminals of the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 will fall. However, since the fuel cell 20, the rechargeable battery 30, and the motor 32 are connected in parallel, those both-ends voltage becomes equal. If this voltage is set to  $V_{t1}$ , output current  $IF_1$  of the fuel cell 20 and output current  $IB_1$  of the rechargeable battery 30 will become a value of which  $I_{t1}=IF_1+IB_1$  consists from drawing 4. At this time, it is  $IF_1 < IB_1$ .

[0055]When the total current value taken to drive said load falls to  $I_{t2}$ , according to the

decrement of this current value, the voltage voltage between output terminals of the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 rises. Also in this case, as mentioned above, the both-ends voltage of the fuel cell 20, the rechargeable battery 30, and the motor 32 becomes equal. If voltage at this time is set to  $V_{t2}$ , output current  $IF_2$  of the fuel cell 20 and output current  $IB_2$  of the rechargeable battery 30 will become a value of which  $It_2=IF_2+IB_2$  consists from drawing 4. At this time, it is  $IF_2>IB_2$ . Thus, the rate which each of the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 outputs with the size of load changes.

[0056] Drawing 5 is an explanatory view showing the output characteristics of the fuel cell 20, and the output characteristics of the rechargeable battery 30 in which the charging state fell. When the motor 32 requires the electric power of a predetermined size, the total current value for driving said load is set to  $It_3$ . If current is taken out from the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 at this time, according to this current value, the voltage between output terminals of the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 will fall. If voltage at this time is set to  $V_{t3}$  since the both-ends voltage of the fuel cell 20, the rechargeable battery 30, and the motor 32 becomes equal as mentioned above, output current  $IF_3$  of the fuel cell 20 and output current  $IB_3$  of the rechargeable battery 30 will become a value of which  $It_3=IF_3+IB_3$  consists from drawing 5. At this time, it is  $IF_3>IB_3$ . Thus, when the charging state of the rechargeable battery 30 falls, it will depend for the great portion of output to load on the fuel cell 20.

[0057] Here, the size of the electric power which the motor 32 requires becomes smaller than the specified quantity, and if all the current taken to drive said load falls to  $It_4$ , according to the decrement of this current value, the voltage voltage between output terminals of the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 will rise. Also in this case, as mentioned above, the both-ends voltage of the fuel cell 20, the rechargeable battery 30, and the motor 32 becomes equal. If voltage at this time is set to  $V_{t4}$ , output current  $IF_4$  of the fuel cell 20 and charging current  $IB_4$  of the rechargeable battery 30 will become a value of which  $It_4=IF_4+IB_4$  consists from drawing 5. However, it is this time  $IB_4<0$  and the rechargeable battery 30 will be in the state of charging with the fuel cell 20. Thus, if the size of load becomes below in the specified quantity when the charging state of the rechargeable battery 30 is not enough, the fuel cell 20 will drive load and it will come to charge the rechargeable battery 30.

[0058] Next, in the fuel cell system 10 of this example, the control performed according to the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is explained. In this example, when the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is below a predetermined value, the electric energy consumed with the electromobile which carries the output 10 in the fuel cell system 10, i.e., a fuel cell system, is regulated, and control of suppressing an output to a predetermined value is performed until remaining capacity is recovered more than the specified quantity. With the electric power consumed with the electromobile which carries the fuel cell system 10, although the electric power consumed by the auxiliary machine class 34 other than the electric power consumed by the motor 32 is also contained, Many of electric power consumed by the auxiliary machine class 34 is required in order to maintain

the fuel cell system 10 to operating status, as mentioned already, and the electric power consumed by the motor 32 as electric power to regulate is applicable.

[0059]The operation at the time of performing the above-mentioned control in the fuel cell system 10 of this example is explained based on a detection processing routine at the time of the remaining capacity fall illustrated to drawing 6. In the vehicles which carry the fuel cell system 10, since the predetermined start switch which starts this fuel cell system was turned on, this routine is performed by CPU52 10 sec of every predetermined time, for example, every.

[0060]If this routine is performed, first, the remaining capacity monitor 46 will detect the remaining capacity Q of the rechargeable battery 30, and will input a detection value into CPU52 (Step S100). Next, the value Q of this detected remaining capacity is compared with the reference value Q0 set up beforehand (Step S110). When larger than the reference value Q0, the detection value Q judges that the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is enough, and ends this routine.

[0061]In Step S110, when smaller than the reference value Q0, the value Q of the detected remaining capacity judges that the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is insufficient, and restricts the power consumption of the motor 32 to below a predetermined limit value by controlling the inverter 80 (Step S120). The timing of switching of the switching element mentioned already in the inverter 80 is specifically controlled, The power consumption in the motor 32 is held down to below the above-mentioned predetermined limit value by holding down the amplitude or frequency of a three phase alternating current which changes a direct current and is supplied to the motor 32 to below a predetermined value. When the power consumption of the motor 32 was restricted to below the predetermined limit value and the power consumption in the motor 32 till then is larger than this limit value, the output voltage of the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 rises, and that output state changes with reduction of the electric energy consumed with the whole electromobile. Here, by the current sensor 90, the output current I from the rechargeable battery 30 is detected (Step S130), and the positive/negative of this output current I is judged (Step S140).

[0062]From the rechargeable battery 30, if it is judged that the output current I of the rechargeable battery 30 is positive in Step S140, since electric power will be outputted successingly, it will return to Step S120, the limit value of the power consumption in the motor 32 will be reset up, and reduction of power consumption will be aimed at. It shifts to Step S130 again after that, the output current I from the rechargeable battery 30 is detected, and the positive/negative is judged at Step S140. If it is judged that the output current I of the rechargeable battery 30 is negative in Step S140, the output state of the rechargeable battery 30 will be judged to have changed to charging from discharge by reducing the electric power consumed by the motor 32. The output state of the rechargeable battery 30 is made to be here changed to charge by repeating judgment of the positive/negative of the output current I from the rechargeable battery 30, and reduction of the power consumption by the re set of the limit value of the power consumption in the

motor 32 if needed.

[0063]If the output current I of the rechargeable battery 30 is judged to be negative at Step S140 next, again, the remaining capacity monitor 46 will detect the remaining capacity of the rechargeable battery 30, and will input the detection value Q into CPU52 (Step S150). Next, comparison with the reference value Q1 beforehand set to the value Q of this remaining capacity is performed (Step S160), and it is judged whether the remaining capacity of the rechargeable battery 30 was fully recovered. In Step S160, when the remaining capacity Q of the rechargeable battery 30 exceeds the reference value Q1, it is judged that the remaining capacity of the rechargeable battery 30 was fully recovered. In this case, the load limitation of the motor 32 performed at Step S120 is canceled, and this (Step S170) routine is ended. Although the reference value Q1 is good also as setting up the same value as the reference value Q0 in Step S110 at this time, it is desirable to consider the stability of control and to set up a bigger value than the reference value Q0.

[0064]In Step S160, when the value Q of the remaining capacity of the rechargeable battery 30 has not reached the reference value Q1, it is judged that the recovery condition of the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is insufficient. In this case, first, it returns to Step S130, the output current I from the rechargeable battery 30 is measured, and it checks that the output state of the rechargeable battery 30 is charge in Step S140. As well as [ when it is checked that the output state of the rechargeable battery 30 is charge ] the processing in Step S140 performed last time, It compares with the reference value Q1 which detected the remaining capacity Q of the rechargeable battery 30 by the remaining capacity monitor 46 again (Step S150), and mentioned already the value Q of the detected remaining capacity (Step S160). If these processings are repeated if needed and the remaining capacity Q of the rechargeable battery 30 exceeds the reference value Q1 at Step S160, it will shift to Step S170, the load limitation to the motor 32 will be canceled, and this routine will be ended.

[0065]When it returns from Step S160 to Step S130, the output current from the rechargeable battery 30 is detected and the positive/negative is investigated at Step S140, the output state of the rechargeable battery 30 may be discharged so that it may mention later. In such a case, it returns from Step S140 to Step S120 further, the limit value of power consumption is reset, reduction of power consumption is aimed at so that the power consumption of the motor 32 may decrease further, and the output state of the rechargeable battery 30 is changed into charge. Also in this case, if the output state of the rechargeable battery 30 changes to charge, the remaining capacity Q of the rechargeable battery 30 will come (Step S160) to exceed the above-mentioned reference value Q1 soon. If the remaining capacity Q of the rechargeable battery 30 exceeds the above-mentioned reference value Q1, the load limitation to the motor 32 will be canceled in Step S170, and this routine will be ended.

[0066]Here, the power consumption in the motor 32 and its restriction are explained further. The driving state of the motor 32 is controlled by the driving signal outputted to the inverter 80 from the control section 50 based on the signal etc. which are outputted

from the accelerator pedal position sensor 33b. If directions are inputted so that it may get into the accelerator pedal 33a and the speed of vehicles may be gathered, In the inverter 80, control which increases the amplitude and frequency of a three phase alternating current which are changed from a direct current is performed, by this, the torque and the number of rotations of the motor 32 rise, and the speed of vehicles increases, and the power consumption in the motor 32 also increases. Restriction of the power consumption in the motor 32 is performed by providing restriction in the amplitude and frequency of a three phase alternating current which are supplied to the motor 32 from the inverter 80. Since it stops rotating more than number of rotations although the accelerator pedal 33a is broken in if restriction is provided in the amplitude and frequency of a three phase alternating current or beyond the torque corresponding to the amplitude restricted [ above-mentioned ] in the motor 32 is not acquired, the power consumption in the motor 32 can be restricted. [0067]When the power consumption of the motor 32 is restricted to below a predetermined preset value in Step S120, it is also considered that the electric power which the motor 32 actually consumes depending on the drive situation of the motor 32 is below this preset value. Even if the actual power consumption in the motor 32 is below the above-mentioned preset value, when the output state of the rechargeable battery 30 is discharge, here, Since processing which returns from Step S140 to Step S120, and resets up the limit value of the power consumption of the motor 32 is performed, it is controlled so that the output state of the rechargeable battery 30 is charged eventually.

[0068]The actual power consumption in the motor 32 is below the above-mentioned preset value, and when the output state of the rechargeable battery 30 is charge, as mentioned above, it shifts to Step S150 as it is, and it supervises until the value Q of the remaining capacity of the rechargeable battery 30 exceeds the predetermined reference value Q1. When it goes up here to the limit value which the power consumption in the motor 32 was changed and was set up at Step S120 before the remaining capacity of the rechargeable battery 30 reached the reference value Q1, When the output state of the rechargeable battery 30 is discharged, since the remaining capacity Q of a rechargeable battery does not reach the reference value Q1, it will return from Step S160 to Step S130. If the output state of the rechargeable battery 30 is judged to be discharge in Step S140, the limit value of power consumption will be reset so that it may return to Step S120 and power consumption may decrease further. Also in this case, control which repeats the re set of the limit value of power consumption is performed so that the power consumption in the motor 32 may be cut down, and recovery of the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is achieved until the output state of the rechargeable battery 30 is charged eventually. If the output state of the rechargeable battery 30 continues being charge when the power consumption in the motor 32 is changed and it goes up to the above-mentioned limit value from the first, the remaining capacity of the rechargeable battery 30 will continue recovery, and will reach the above-mentioned reference value Q1 soon.

[0069]Since according to the fuel cell system 10 explained above the power consumption in the motor 32 is restricted when the remaining capacity of the rechargeable battery 30 falls,

it can suppress that the state of the remaining capacity of the rechargeable battery 30 gets worse. Excessive load can also be prevented from being applied to the fuel cell 20. Since this limit value is reset until the output state of the rechargeable battery 30 is charged when restricting the power consumption in the motor 32, when the remaining capacity of the rechargeable battery 30 falls, that recovery can be aimed at promptly. Therefore, when a burden increases in the state where the remaining capacity of the rechargeable battery 30 fell, the problem produced with the fuel cell 20 is avoidable. That is, the output from the fuel cell 20 becomes superfluous, the output voltage of the fuel cell 20 does not decline, or fuel cell 20 inside is overheated selectively, and damage is not received.

[0070]In the 1st example of the above, when it was judged that the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is insufficient, decided to stop the power consumption of the motor 32 until the output state of the rechargeable battery 30 is charged, but. It can prevent performing control which holds down the power consumption's of the rechargeable battery 30 to below a predetermined limit value also suppressing that the state of the remaining capacity of the rechargeable battery 30 gets worse, or requiring superfluous load for the fuel cell 20. Here, when it is judged that the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is insufficient, the limit value established to the output from the motor 32 is good also as setting up constant value irrespective of the remaining capacity of the rechargeable battery 30, and good also as setting up so low that there being little remaining capacity of the rechargeable battery 30. Drawing 7 is an explanatory view showing the case where constant value is set up as a limit value. In this case, the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is the reference value Q0. The output from the rechargeable battery 30 is restricted to below a predetermined limit value between the followings. Actual control is performed by restricting the amplitude and frequency of a three phase alternating current which are supplied to the motor 32 from the inverter 80 so that the torque or the number of rotations in the motor 32 may become below in the value corresponding to this limit value. When the remaining capacity of the rechargeable battery 30 exceeds the reference value Q0, such restriction is canceled and it becomes possible by operating the accelerator pedal 33a to control the number of rotations of the motor 32 arbitrarily.

[0071]Since the power consumption in the motor 32 will be restricted when the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is less than the reference value Q0 if it has such composition, it can prevent originating in the remaining capacity of the rechargeable battery 30 having decreased, and applying load to the fuel cell 20 too much. If the value which the output state of the rechargeable battery 30 changes to charge is set up as a limit value of the power consumption in this motor 32 when the remaining capacity of the rechargeable battery 30 becomes the reference value Q0, By restricting the power consumption in the motor 32, charge of the rechargeable battery 30 can be started and recovery of the remaining capacity can be aimed at. Even if it held down the power consumption in the motor 32 to the limit value, when the output state of the rechargeable battery 30 sets up the value which is discharged as a limit value, the remaining capacity of

the rechargeable battery 30 falls further and below the specified quantity becomes, the output state of the rechargeable battery 30 will start to charge. Namely, when the power consumption in the motor 32 is restricted to below the above-mentioned limit value, When the remaining capacity of the rechargeable battery 30 decreases below to the above-mentioned specified quantity, charge of the rechargeable battery 30 is performed, and similarly the remaining capacity of beyond the above-mentioned predetermined value is the reference value Q0. When it recovers even below, although an output is possible for the rechargeable battery 30, it will be in the state where the discharging amount was stopped.

[0072]Drawing 8 is an explanatory view showing the case where the limit value established in order to stop the power consumption of the motor 32 is set up according to the remaining capacity of the rechargeable battery 30. Also in this case, the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is the reference value Q0. If it becomes the following, a limit value will be provided in the power consumption of the motor 32, but in that case, this limit value is set up so that there is little remaining capacity of the rechargeable battery 30, and the limit value of the power consumption of the motor 32 may become small. Such restriction is canceled when the remaining capacity of the rechargeable battery 30 exceeds the reference value Q0 from the first.

[0073]Since power consumption will be restricted when the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is less than the reference value Q0 if it has such composition, it can stop that load is applied to the fuel cell 20 too much. If the remaining capacity of the rechargeable battery 30 decreases to some extent, in order that the output state of the rechargeable battery 30 may start to charge from discharge, remaining capacity can be recovered before the remaining capacity of the rechargeable battery 30 falls too much. Since it shifts to the state where the output to a motor falls even to a predetermined value rapidly, the speed of vehicles does not fall suddenly, and speed does not come out gradually, like the control shown in drawing 7 mentioned already if remaining capacity falls to some extent, It can be considered more as little control of sense of incongruity for the driver of vehicles.

[0074]Drawing 9 is an explanatory view showing the case where the limit value established in order to stop the power consumption of the motor 32 is divided and set as two or more stages according to the remaining capacity of the rechargeable battery 30. Also in this case, if the remaining capacity of the rechargeable battery 30 serves as reference-value Q0 less or equal, a limit value will be provided in the power consumption of the motor 32, but it is the reference value Q0 about the remaining capacity of the rechargeable battery 30 in that case. Below it divides into two or more stages (drawing 9 four steps), and a limit value which is different in each stage is set up. If it has such composition, according to the deteriorating state of the remaining capacity of the rechargeable battery 30, the limit value of the power consumption in the motor 32 can be adjusted.

[0075]In the above-mentioned control explained based on drawing 7 thru/or drawing 9.

When the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is less than the reference value Q0 and it restricts the power consumption in the motor 32, it is decided by relation between the limit value set up about the output of the rechargeable battery 30, and the remaining capacity of the rechargeable battery 30 whether the output state of a rechargeable battery will be in the state which can be discharged, or it will be in a charging state. Here, it is good after setting out of the limit value of the power consumption in the motor 32 like the composition shown in the 1st example of the above also as resetting a limit value so that the discharge state of the rechargeable battery 30 may be charged. That is, the current sensor 90 detects the output current of the rechargeable battery 30 after setting out of the limit value of the power consumption in the motor 32, and the re set which makes the above-mentioned limit value low is repeated until this current value turns into a negative value. If it has such composition, the remaining capacity of the rechargeable battery 30 will be the reference value Q0. When it becomes the following, recovery of the remaining capacity of the rechargeable battery 30 can be aimed at promptly.

[0076]Perform load limitation shown in drawing 7 thru/or drawing 9 from the first when the remaining capacity of the rechargeable battery 30 was less than the reference value Q0, and the power consumption in the motor 32 is restricted, When the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is less than the 2nd [ further ] predetermined reference value, it is good also as performing the re set of the above-mentioned limit value until the output state of the rechargeable battery 30 as well as the 1st example starts to charge. Even if it adopts which composition of the above, when remaining capacity falls to some extent, recovery of the remaining capacity of the rechargeable battery 30 can be aimed at by considering the output state of the rechargeable battery 30 as charge.

[0077]Although we decided to provide a limit value in the power consumption as a method of restricting the power consumption in the rechargeable battery 30, in the above-mentioned explanation, there is also a method of restricting power consumption by stopping the motor 32. What is necessary is just to sever supply of the electric power to the motor 32 by inputting a driving signal into the changeover switch 38 shown in drawing 1 from the control section 50, and cutting a circuit in this changeover switch 38, in order to stop the motor 32. Such a changeover switch 38 is good also as providing in the circuit which constitutes the inside of the inverter 80.

[0078]Thus, the power consumption in the motor 32 including the control which severs supply of the electric power to the motor 32, and stops the motor 32 is controllable. The control which only provides a limit value in the amount of used electricity in the motor 32, the control which sets up the limit value of the output from the motor 32 so that the output state of the rechargeable battery 30 may be charged, Or it is good also as composition which chooses suitable control suitably according to the deteriorating state of the remaining capacity of the rechargeable battery 30, the travel condition of vehicles, etc. from the control etc. which stop the motor 32 thoroughly.

[0079]In the fuel cell system 10 of the 1st example of the above, formed both the remaining capacity monitor 46 and the current sensor 90, and the remaining capacity of the

rechargeable battery 30 was supervised by the remaining capacity monitor 46, and it had composition which judges the positive/negative of the output current from the rechargeable battery 30 by the current sensor 90. Here, it can have composition which detects remaining capacity only by a current sensor, without forming especially the remaining capacity monitor 46 that comprises a SOC monitor etc. It explains below by making such composition into the 2nd example. Drawing 10 is a block diagram which illustrates the composition of the fuel cell system 10A of the 2nd example. Since it is as common as the fuel cell system 10 of the 1st example except having the current sensor 92 instead of having the remaining capacity monitor 46, the fuel cell system 10A omits the detailed explanation about composition.

[0080]The fuel cell system 10A is provided with the current sensor 92 other than the same current sensor 90 as the fuel cell system 10 of the 1st example. Although the current sensor 90 measures the output current  $I_1$  from the rechargeable battery 30, the current sensor 92 measures the total current value  $I_0$  with which the output current from the rechargeable battery 30 and the output current from the fuel cell 20 were doubled. These current sensors 90 and 92 are connected to the control section 50, and the current value measured by the control section 50 is inputted. The control section 50 detects the remaining capacity of the rechargeable battery 30 based on these current values.

[0081]Here, the principle which detects the remaining capacity of the rechargeable battery 30 from a current value is explained. The total current value  $I_0$  which flows through the circuit which constitutes fuel cell system A is  $I_1$  when the output current from the fuel cell 20 is set to  $I_2$ .  $+I_2 = I_0$  is realized. Here, the charging state of the rechargeable battery 30 is enough, and since it will be in the state where it is outputted also from the rechargeable battery 30 when the output is not restricted, it is set to  $I_1 > 0$ . Therefore,  $I_2 / I_0 < 1$  are realized. At this time, the value of  $I_2 / I_0$  becomes small, so that the size of the connected load is large (refer to drawing 4).

[0082]On the other hand, the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is below the specified quantity, and since it will be in the state where the rechargeable battery 30 is charged by the fuel cell 20 when the load (required power of the motor 32) connected is smaller than the specified quantity, it is set to  $I_1 < 0$ . Therefore,  $I_2 / I_0 > 1$  are realized. Here, if charge of the rechargeable battery 30 by the fuel cell 20 progresses, the value of the above-mentioned  $I_2 / I_0$  becomes small gradually, and approaches 1.

[0083]The value of this  $I_2 / I_0$  is a value determined with the size of the load connected with the remaining capacity of the rechargeable battery 30. Therefore, if the size of load is decided, the value of  $I_2 / I_0$  at the time of being the reference value  $Q_0$  which the remaining capacity of the rechargeable battery 30 mentioned already can be calculated. In the fuel cell system 10A of this example, in order to judge the charging state of the rechargeable battery 30 from the state of the output current of the rechargeable battery 30 and the fuel cell 20, The range of the size (sum total of the required power of the motor 32 and the auxiliary machine class 34) of the load expected is covered, and the value of  $I_2 / I_0$  in case the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is the reference value  $Q_0$  is

beforehand memorized by the control section 50.

[0084]In order for the value of this I<sub>2</sub> / I<sub>0</sub> to change also with the temperature of the rechargeable battery 30, the range of the operating temperature the rechargeable battery 30 is expected to be covered, and the value of I<sub>2</sub> / I<sub>0</sub> in case the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is the reference value Q<sub>0</sub> is memorized by the control section 50 as a map. Drawing 11 is a flow chart which illustrates the remaining capacity decision processing routine performed by CPU52, when detecting the remaining capacity of the rechargeable battery 30. This remaining capacity decision processing routine is performed as processing replaced with Step S100 and Step S110 in a detection processing routine at the time of the remaining capacity fall performed by the fuel cell system 10 of the 1st example.

[0085]If this routine is started, CPU52 will perform first the current value I<sub>1</sub> which the current sensors 90 and 92 detect, and processing which reads I<sub>0</sub> (Step S200). Next, the total burden is read (Step S210). Reading of this total burden is performed by reading the driving state of the motor 32 and the auxiliary machine class 34. The temperature sensor which is not illustrated detects the temperature of the rechargeable battery 30 (Step S220).

[0086]Here, under such a condition, the value x of I<sub>2</sub> / I<sub>0</sub> in case the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is the reference value Q<sub>0</sub> is calculated based on the detected total burden and the temperature of the rechargeable battery 30. The actual measurement of I<sub>2</sub>/I<sub>0</sub> is calculated based on the current value I<sub>1</sub> read at Step S200, and the value of I<sub>0</sub>, and comparison with x based on the value and the reference value Q<sub>0</sub> of this I<sub>2</sub> / I<sub>0</sub> is performed (Step S240). When the value of I<sub>2</sub> / I<sub>0</sub> based on an actual measurement is larger than above-mentioned x, It judges that there is less remaining capacity of the rechargeable battery 30 than the reference value Q<sub>0</sub>, and this (Step S250) routine is ended, it shifts to Step S120 of a detection processing routine succeedingly at the time of a remaining capacity fall, and the power consumption in the motor 32 is reduced. When the value of I<sub>2</sub> / I<sub>0</sub> based on an actual measurement is smaller than above-mentioned x, it judges that there is more remaining capacity of the rechargeable battery 30 than the reference value Q<sub>0</sub> (Step S260), and this routine is ended and a detection processing routine is ended at the time of a remaining capacity fall.

[0087]In the fuel cell system 10A of the 2nd example that is the composition of judging the remaining capacity of the rechargeable battery 30 from the measured current value, Step S150 and Step S160 in a detection processing routine are also transposed to the same processing at the time of the remaining capacity fall of the 1st example shown in drawing 6. Here, in the control section 50, based on the detected total burden and the temperature of the rechargeable battery 30, the value of I<sub>2</sub> / I<sub>0</sub> corresponding to Q<sub>1</sub> is calculated instead of the reference value Q<sub>0</sub> with reference to a predetermined map, and it compares with the value of I<sub>2</sub> / I<sub>0</sub> based on the surveyed current value.

[0088]Although it had composition which detects the output current I<sub>1</sub> and the total current value I<sub>0</sub> of the rechargeable battery 30 by the current sensors 46 and 90 in the 2nd example mentioned above, I<sub>1</sub> It is good also as searching for the output current I<sub>2</sub> of the

fuel cell 20 instead of being the above I1 or I0, and what is necessary is just to suppose that at least two values are detected among I1, I0, and I2, since it can ask for it if other two values understand each of I0 and I2.

[0089]Since according to the fuel cell system 10A of the 2nd example explained above it is not necessary to attach a remaining capacity monitor to the rechargeable battery 30 in order to detect the remaining capacity of the rechargeable battery 30, the composition of a device can be simplified. That is, only by providing the current sensor of easy composition, the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is detected, and the charge-and-discharge state of the rechargeable battery 30 can be supervised.

[0090]In the fuel cell system 10A of the 2nd example, the output current value I1 from the rechargeable battery 30, Although it had composition which measures at least two kinds of current values, and judges the remaining capacity of the rechargeable battery 30 based on these values among the output current value I2 from the fuel cell 20, and the total current value I0 with which these were doubled, The remaining capacity of the rechargeable battery 30 can also be judged from the output current value I1 from the rechargeable battery 30, and the pressure value in the circuit which constitutes the fuel cell system 10A. Such composition is explained as the 3rd example below.

[0091]Drawing 12 is a block diagram which illustrates the composition of the fuel cell system 10B of the 3rd example. Since it is as common as the fuel cell system 10 of the 1st example, and the fuel cell system 10A of the second example except having the voltage sensor 94 instead of having the remaining capacity monitor 46 and the current sensor 92, the fuel cell system 10B omits the detailed explanation about composition.

[0092]The fuel cell system 10B is provided with the voltage sensor 94 other than the same current sensor 90 as the fuel cell systems 10 and 10A of \*\*\*\*\* mentioned already. Since it is connected in parallel, the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 of the voltage which this voltage sensor 94 detects are equal to the output voltage of the fuel cell 20, and the output voltage of the rechargeable battery 30. The voltage sensor 94 is connected to the control section 50, and the pressure value measured by the control section 50 is inputted. The control section 50 detects the remaining capacity of the rechargeable battery 30 based on the current value inputted from the pressure value and the current sensor 90 which were inputted from the voltage sensor 94.

[0093]Below, the principle which judges the remaining capacity of the rechargeable battery 30 from the above-mentioned pressure value and a current value is explained. Drawing 13 is the fuel cell 20, the rechargeable battery 30 whose charging state is enough (for example, 90%), the rechargeable battery 30 whose charging state is insufficient (for example, 20%), and an explanatory view which expresses typically the output characteristics of the rechargeable battery 30 whose value of remaining capacity is Q0. If a pressure value is measured by the voltage sensor 94, according to the remaining capacity, as for the rechargeable battery 30, an output current value will become settled uniquely. namely, -- if the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is 90% when the measured pressure value is Vt5 -- the output current value of the rechargeable battery 30 -- I F5 -- if remaining

capacity is similarly 20% -- an output current value -- IB6 -- if remaining capacity is similarly Q0, an output current value will be set to IB7.

[0094]The output characteristics in the rechargeable battery 30 in case the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is the reference value Q0 are memorized by the control section 50 of the fuel cell system 10B of this example. An input of the output current value I1 and the pressure value V of the rechargeable battery 30 will compare the value IBQ of the output current value of the rechargeable battery 30 in case the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is Q0 and a pressure value is V with the inputted current value I1. If it is >IBQ, it will judge that the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is size from Q0, and if it is I1 <IBQ, the remaining capacity of the rechargeable battery 30 will judge that it is smallness rather than Q0.

[0095]The output characteristics in the rechargeable battery 30 in case the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is Q0, In order to change also with the temperature of the rechargeable battery 30, the range of the operating temperature the rechargeable battery 30 is expected to be covered, and output characteristics in case the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is the reference value Q0 are memorized by the control section 50. Drawing 14 is a flow chart which illustrates the remaining capacity decision processing routine performed by CPU52, when judging the remaining capacity of the rechargeable battery 30 in the fuel cell system 10B. This remaining capacity decision processing routine is performed as processing replaced with Step S100 and Step S110 in a detection processing routine at the time of the remaining capacity fall performed by the fuel cell system 10 of the 1st example.

[0096]If this routine is started, the current value I1 which the current sensor 90 detects will be read first, and (Step S300) CPU52 will perform processing which reads the pressure value V which the voltage sensor 94 detects (Step S310). Next, the temperature sensor which is not illustrated detects the temperature of the rechargeable battery 30 (Step S320). Here, at the temperature of the detected rechargeable battery 30, the output current value IBQ of the rechargeable battery 30 in case the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is the reference value Q0 and a pressure value is V is calculated (Step S330). The value of this IBQ is compared with the value of the current value I1 read at Step S300 (Step S340), When the current value IBQ in case the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is Q0 is larger than the actual measurement I1, It judges that there is less remaining capacity of the rechargeable battery 30 than the reference value Q0, and this (Step S350) routine is ended, it shifts to Step S120 of a detection processing routine succeedingly at the time of a remaining capacity fall, and the power consumption in the motor 32 is reduced. When the current value IBQ in case the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is Q0 is smaller than the actual measurement I1, it judges that there is more remaining capacity of the rechargeable battery 30 than the reference value Q0 (Step S360), and this routine is ended and a detection processing routine is ended at the time of a remaining capacity fall.

[0097]In the fuel cell system 10B of the 3rd example that is the composition of judging the

remaining capacity of the rechargeable battery 30 from the current value and pressure value which were measured, Step S150 and Step S160 in a detection processing routine are also transposed to the same processing at the time of the remaining capacity fall of the 1st example shown in drawing 6. Here, in the control section 50, it compares with I1 which is the current value which calculated and surveyed the current value value of the rechargeable battery 30 corresponding to Q1 instead of the reference value Q0 based on the temperature of the detected pressure value and the rechargeable battery 30.

[0098]Since according to the fuel cell system 10B of the 3rd example explained above it is not necessary to attach a remaining capacity monitor to the rechargeable battery 30 in order to detect the remaining capacity of the rechargeable battery 30 like the 2nd example, the composition of a device can be simplified. That is, only by providing the current sensor and voltage sensor of easy composition, the remaining capacity of the rechargeable battery 30 is judged, and the charge-and-discharge state of the rechargeable battery 30 can be supervised.

[0099]In the 1st thru/or the 3rd example mentioned already, when restricting the output from the rechargeable battery 30, The driving signal was outputted from the control section 50 to the inverter 80, and the power consumption in the motor 32 was reduced by controlling the amplitude and frequency of a three phase alternating current which are supplied to the motor 32 from the inverter 80. Therefore, the power consumption in the motor 32 can be easily reduced only by exchanging an electric signal, without providing a circuit specially. It is good also as providing resistance of a predetermined size in the state connectable with the position of a circuit which results in the motor 32 by the change of a point of contact from the first. If it has such composition, when restricting the power consumption in the motor 32, by changing a point of contact, the resistance of the whole circuit is raised and power consumption can be reduced.

[0100]Although control of the output to the motor 32 performed when the remaining capacity of the rechargeable battery 30 falls based on the 1st example thru/or the 3rd example was explained, When such control is performed, although the accelerator pedal 33a is broken in, speed will not increase or it will be in the state where speed falls and where vehicles will stop further in a actual electromobile. Therefore, when the remaining capacity of the rechargeable battery 30 falls and the output to the motor 32 is restricted. It is desirable to have composition which makes the predetermined alarm lamp provided near the driver's seat of vehicles turn on, or tells a driver about being during load limitation by emitting a sound and a beep sound, and prevents misconception with a breakdown and to which the safe run under load limitation conditions is urged.

[0101]As for this invention, although the example of this invention was described above, it is needless to say that it can carry out with the aspect which becomes various within limits which are not limited to such an example at all and do not deviate from the gist of this invention.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a block diagram which illustrates the composition of the fuel cell system 10 which is one suitable example of this invention.

[Drawing 2]It is a cross section showing the composition of the single cell 28.

[Drawing 3]It is a block diagram showing the composition of the fuel cell part 60.

[Drawing 4]It is an explanatory view showing the output characteristics of the fuel cell 20 and the fully charged rechargeable battery 30.

[Drawing 5]It is an explanatory view showing the output characteristics of the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 with an insufficient charging state.

[Drawing 6]It is a flow chart with which a detection processing routine is expressed at the time of the remaining capacity fall performed at the time of operation of the fuel cell system 10 of the 1st example.

[Drawing 7]It is an explanatory view showing signs that output regulation is performed at the time of the fall of the remaining capacity of the rechargeable battery 30.

[Drawing 8]It is an explanatory view showing signs that output regulation is performed according to the remaining capacity of the rechargeable battery 30.

[Drawing 9]It is an explanatory view showing signs that output regulation is gradually performed according to the remaining capacity of the rechargeable battery 30.

[Drawing 10]It is a block diagram which illustrates the composition of the fuel cell system 10A of the 2nd example.

[Drawing 11]It is a flow chart showing the remaining capacity decision processing routine performed when detecting the remaining capacity of the rechargeable battery 30 in the fuel cell system 10A of the 2nd example.

[Drawing 12]It is a block diagram which illustrates the composition of the fuel cell system 10B of the 3rd example.

[Drawing 13]It is an explanatory view showing the output characteristics of the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30 in various charging states.

[Drawing 14]It is a flow chart showing the remaining capacity decision processing routine performed when detecting the remaining capacity of the rechargeable battery 30 in the fuel cell system 10B of the 3rd example.

[Description of Notations]

10, 10A, 10B -- Fuel cell system

20 -- Fuel cell

21 -- Electrolyte membrane

22 -- Anode

23 -- Cathode

24, 25 -- Separator

24P -- Fuel gas flow route

25P -- Oxidizing gas passage

26, 27 -- Collecting electrode plate

28 -- Single cell

32 .. Motor  
33 .. Control device  
33a .. Accelerator pedal  
33b .. Accelerator pedal position sensor  
34 .. Auxiliary machine class  
36 .. DC to DC converter  
38 .. Changeover switch  
46, 90, 92 .. Current sensor  
46 .. Remaining capacity monitor  
50 .. Control section  
52 .. CPU  
54 .. ROM  
56 .. RAM  
58 .. Input/output port  
60 .. Fuel cell part  
61 .. Methanol tank  
62 .. Water tank  
64 .. Reformer  
66 .. Air compressor  
67 .. Electro-magnetic valve  
68 .. Fuel supply line  
69 .. Air feed  
70 .. Branching air duct  
71 .. Fuel exhaust passage  
80 .. Inverter  
94 .. Voltage sensor

---

[Translation done.]

(51)Int.Cl.*	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 M 8/04			H 01 M 8/04	P
B 60 L 3/00			B 60 L 3/00	S
11/18			11/18	G
H 01 M 12/08			H 01 M 12/08	Z
H 02 J 7/00			H 02 J 7/00	M

審査請求 未請求 請求項の数 7 FD (全 17 頁) 最終頁に続く

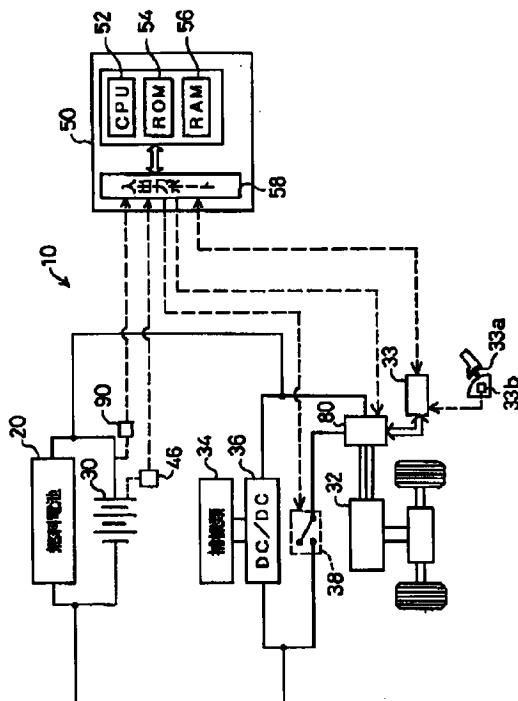
(21)出願番号	特願平8-249307	(71)出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	平成8年(1996)8月29日	(72)発明者	野々部 康宏 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72)発明者	木村 良雄 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72)発明者	遠畠 良和 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(74)代理人	弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

## (54)【発明の名称】 燃料電池システムおよび電気自動車

## (57)【要約】

【課題】 燃料電池にかかる負荷が過剰となり、燃料電池において電圧降下や過度の発熱等の不都合が生じてしまうのを防止する。

【解決手段】 燃料電池20と2次電池30とを備える燃料電池装置10は、残存容量モニタ46によって2次電池30の残存容量を検出する。2次電池30の残存容量が所定の基準値よりも少ないと判断されると、制御部50はインバータ80に対して駆動信号を出し、モータ32での消費電力を制限する。このとき、電流センサ90が検出する2次電池30の出力電流値から、2次電池30の出力状態が放電であると判断されると、制御部50はモータ32の消費電力をさらに制限する。このような動作を繰り返すことによって2次電池30を充電し、残存容量の回復を図る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】並列に接続された燃料電池と2次電池とを備え、負荷に対して電力の供給を行なう燃料電池システムであつて、

前記2次電池の残存容量を検出する残存容量検出手段と、

前記残存容量検出手段によって検出された前記2次電池の残存容量に応じて、前記負荷への電力の供給を制限する出力制御手段とを備えた燃料電池システム。

【請求項2】前記出力制御手段は、前記残存容量検出手段によって検出された前記2次電池の残存容量が所定量以下の場合に、前記負荷への電力の供給を制限または遮断する請求項1記載の燃料電池システム。

【請求項3】前記出力制御手段は、前記負荷への出力を所定の制限値以下に抑えて、前記燃料電池によって前記2次電池を充電可能にすることにより、前記負荷への電力の供給を制限する請求項1または2記載の燃料電池システム。

【請求項4】請求項1ないし3記載の燃料電池システムであつて、

前記残存容量検出手段は、

前記燃料電池が output する燃料電池電流値と、前記2次電池が output する2次電池電流値と、前記燃料電池電流値と前記2次電池電流値との和である総電流値との内、少なくとも2種類の電流値を検出する電流値検出手段と、前記電流値検出手段による検出結果に基づく各電流値間の関係から、前記2次電池の残存容量を判定する残存容量判定手段とからなる燃料電池システム。

【請求項5】請求項1ないし3記載の燃料電池システムであつて、

前記残存容量検出手段は、

前記2次電池が output する電流値を検出する2次電池電流値検出手段と、

前記燃料電池システムにおける電圧値を検出する電圧値検出手段と、

前記2次電池電流値検出手段が検出した前記2次電池電流値と、前記電圧値検出手段が検出した前記電圧値とを基に、前記2次電池の残存容量を判定する残存容量判定手段とからなる燃料電池システム。

【請求項6】電気エネルギーによってモータを回転させ、該モータの回転力を車軸に伝えることによって車両としての駆動力を得る電気自動車であつて、

請求項1ないし5いずれか記載の燃料電池システムを搭載し、

前記モータは、該燃料電池システムから電力の供給を受ける電気自動車。

【請求項7】前記出力制御手段は、前記モータの回転数の制限および/またはトルクの制限を行なう制御によって前記負荷への電力の供給を制限する請求項6記載の電気自動車。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池システムおよび電気自動車に関し、詳しくは燃料電池と2次電池とを電源として備えた燃料電池システムと、この燃料電池システムを搭載した電気自動車に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、この種の燃料電池装置として、燃料電池と2次電池とを電源として備え、両者を併用して負荷に対して電力を供給する燃料電池装置が提案されている（例えば特開昭47-32321号公報など）。この燃料電池装置では、燃料電池装置を構成する回路に設けられた所定の接点を開閉することによって、負荷が小さな時には燃料電池が単独で負荷に対して電力を供給し、負荷が大きくなると燃料電池と2次電池との両方が放電して負荷に対して電力を供給するように切り替える。また、2次電池の充電状態が低下したときには、燃料電池は負荷に電力を供給すると共に2次電池を充電するよう回路の接続を切り替える。燃料電池は出力電流が大きくなるに従って電圧が降下してしまうという性質があるが、燃料電池と2次電池とを併設する上記構成を探ることによって、負荷の消費電力が大きいときにも充分な出力を得ることができる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した燃料電池装置においては、2次電池の充電状態が低下したときの対応として、燃料電池装置を構成する回路に設けた所定の接点を開閉することによって、2次電池が放電している状態から充電される状態に切り替える構成となっている。そのため、負荷に供給する電力量が大きいと2次電池の残存容量の低下に伴って上記接点が切り替わるが、引き続き負荷が大きい状態が継続すると、2次電池からの電力の供給がないため燃料電池にかかる負荷が増大して出力電圧が降下し、充分な出力が得られなくなるという問題があった。

【0004】上記したように、2次電池の残存容量に応じて所定の接点を開閉して2次電池の充放電の状態を制御する代わりに、2次電池と燃料電池とを並列に接続する構成とし、負荷の大きさの変動に従って2次電池と燃料電池との出力電圧差が変動することによって2次電池の充放電状態を切り替える構成とすることもできる。このような場合にも、負荷が大きい状態が継続すれば2次電池の残存容量は低下し続けるため、燃料電池に過剰な負荷がかかってしまうことになる。

【0005】これらの構成において、2次電池の残存容量が低下して2次電池から供給される電力量が不足すると、燃料電池の負荷が増大することに起因して種々の問題が生じることがある。すなわち、燃料電池の負荷が増大して燃料電池からの出力電流が所定量を上回ると、燃料電池へ供給するガス量を増加させてもガス量の増加に

見合った発電量の増加が得られなくなり、さらに、電圧が不安定となって電圧の急激な下降などの不都合が生じるおそれがある。

【0006】また、このように燃料電池の出力電流が所定量を上回って電圧が不安定になるときには、燃料電池を構成する単セルにおいては、電極の正負が逆転する転極と呼ばれる現象がみられることがある。転極が起ると、電圧が不安定になるばかりでなく、電気化学反応によって電気エネルギーに変換されるべきエネルギーが熱エネルギーとして放出され、燃料電池が部分的に過度の発熱を起こしてしまい、そのため燃料電池の短寿命化が引き起こされる。

【0007】本発明の燃料電池システムおよび電気自動車は、こうした問題を解決し、2次電池の残存容量が低下して2次電池から供給される電力が不十分となって燃料電池にかかる負荷が過剰となり、燃料電池において電圧降下や過度の発熱等の不都合が生じてしまうのを防止することを目的としてなされ、次の構成を採った。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の燃料電池システムは、並列に接続された燃料電池と2次電池とを備え、負荷に対して電力の供給を行なう燃料電池システムであって、前記2次電池の残存容量を検出する残存容量検出手段と、前記残存容量検出手段によって検出された前記2次電池の残存容量に応じて、前記負荷への電力の供給を制限する出力制御手段とを備えたことを要旨とする。

【0009】以上のように構成された本発明の第1の燃料電池システムは、並列に接続された燃料電池と2次電池とを備えて負荷に対して電力の供給を行ない、2次電池の残存容量を検出し、この残存容量に応じて前記電源から前記負荷への電力の供給を制限する。

【0010】このような燃料電池システムによれば、2次電池の残存容量に応じて負荷への電力の供給を制限するため、2次電池の充電状態が低下したときに、2次電池の残存容量の状態のさらなる悪化を抑えることができ、また、燃料電池に過剰の負荷がかかってしまうことがない。従って、燃料電池から取り出そうとする電流値が過剰であることに起因して、燃料電池が電圧降下を起こしたり部分的に過度の発熱が起こる等の不都合が生じてしまうことがない。

【0011】ここで、本発明の燃料電池システムにおいて、前記出力制御手段は、前記残存容量検出手段によって検出された前記2次電池の残存容量が所定量以下の場合に、前記負荷への電力の供給を制限または遮断する構成としてもよい。

【0012】このような構成の燃料電池システムでは、2次電池の残存容量が所定量以下の場合には、前記負荷への電力の供給を制限または遮断する。したがって、2次電池の残存容量が所定量以下になってしまった場合

に、燃料電池に過剰の負荷がかかって燃料電池の電圧低下や過度の発熱などの不都合が生じてしまうことがない。負荷への電力の供給を遮断する場合には、燃料電池による2次電池の充電を速やかに行なうことができる。

【0013】また、本発明の燃料電池システムにおいて、前記出力制御手段は、前記負荷への出力を所定の制限値以下に抑えて、前記燃料電池によって前記2次電池を充電可能にすることにより、前記負荷への電力の供給を制限することとしてもよい。

【0014】このような構成の燃料電池システムは、2次電池の残存容量に応じて前記負荷への電力の供給を制限する際に、前記負荷への出力を所定の制限値以下に抑えることで前記燃料電池によって前記2次電池を充電可能にする。したがって、2次電池の充電状態が低下した場合には燃料電池による充電が行なわれ、2次電池の充電状態を回復することができる。

【0015】さらに、本発明の燃料電池システムにおいて、前記残存容量検出手段は、前記燃料電池が outputする燃料電池電流値と、前記2次電池が outputする2次電池電流値と、前記燃料電池電流値と前記2次電池電流値との和である総電流値との内、少なくとも2種類の電流値を検出する電流値検出手段と、前記電流値検出手段による検出結果に基づく各電流値間の関係から、前記2次電池の残存容量を判定する残存容量判定手段とからなることとしてもよい。

【0016】このような構成の燃料電池システムでは、前記燃料電池が outputする燃料電池電流値と、前記2次電池が outputする2次電池電流値と、前記燃料電池電流値と前記2次電池電流値との和である総電流値との内、少なくとも2種類の電流値を検出し、この検出結果に基づく各電流値間の関係から、前記2次電池の残存容量を判定する。したがって、2次電池の残存容量を検出するために特別な残存容量モニタを備える必要がなく、構成を簡素化することができる。残存容量モニタを備える代わりに、電流値を検出して所定の演算処理を行なうという簡単な方法によって、前記2次電池の残存容量を判定することができる。

【0017】あるいは、本発明の燃料電池システムにおいて、前記残存容量検出手段は、前記2次電池が outputする電流値を検出する2次電池電流値検出手段と、前記燃料電池システムにおける電圧値を検出する電圧値検出手段と、前記2次電池電流値検出手段が検出した前記2次電池電流値と、前記電圧値検出手段が検出した前記電圧値とを基に、前記2次電池の残存容量を判定する残存容量判定手段とからなることとしてもよい。

【0018】このような構成の燃料電池システムでは、前記2次電池が outputする電流値と、前記燃料電池システムにおける電圧値とを測定し、これらの検出結果を基に前記2次電池の残存容量を判定する。したがって、2次電池の残存容量を検出するために特別に残存容量モニタ

を備える必要がなく、構成を簡素化することができる。残存容量モニタを備える代わりに、電流値および電圧値を検出して所定の演算処理を行なうという簡便な方法によって、前記2次電池の残存容量を判定することができる。

【0019】また、本発明の電気自動車は、電気エネルギーによってモータを回転させ、該モータの回転力を車軸に伝えることによって車両としての駆動力を得る電気自動車であって、請求項1ないし5いずれか記載の燃料電池システムを搭載し、前記モータは、該燃料電池システムから電力の供給を受けることを要旨とする。

【0020】以上のように構成された電気自動車によれば、電気自動車を駆動するための電気エネルギーを供給する2次電池の残存容量に応じて、電気自動車を駆動するモータへの電力の供給を制限する。従って、2次電池の充電状態が低下しすぎてしまうことがなく、そのため、燃料電池にかかる負荷が過剰となり、燃料電池において電圧降下や過度の発熱等の不都合が生じてしまうことがない。ここで、モータへの電力の供給を制限する際に、モータへの出力を所定の制限値以下にすることによって燃料電池による2次電池の充電を可能にする構成とすれば、電気自動車を走行させながら2次電池の充電状態を回復させることができるとなる。

【0021】さらに、本発明の電気自動車において、前記出力制御手段は、前記モータの回転数の制限および／またはトルクの制限を行なう制御によって前記負荷への電力の供給を制限することも好ましい。

【0022】このような構成とすれば、電気自動車が備える所定の制御回路を介することによって、モータの回転数の制限および／またはトルクの制限を行ないモータでの消費電力を減らすことができる。したがって、モータへの電力の供給を制限するために、所定の抵抗を備えた回路などの特別な構成を備える必要がない。

### 【0023】

【発明の他の態様】本発明の燃料電池システムを搭載した電気自動車は、以下のような他の態様をとることも可能である。すなわち、請求項6または7記載の電気自動車において、前記出力制御手段によって前記負荷への電力の供給が制限されるときに、電力の供給が制限されていることを運転者に知らせる警告手段を備えることとしてもよい。ここで警告手段としては、所定の警告灯を点灯する、あるいは出力制限中であることを知らせる音声や所定の警告音を発する等の方法を挙げることができる。

【0024】このような構成とすれば、負荷への電力の供給が制限されたときに、運転者が電気自動車のアクセルペダルを踏み込んで車両の速度が上がらなくなる、あるいは低下してしまう、さらには車両が停止してしまうという状態となつても、車両故障と誤認してしまうことがない。また、負荷への電力の供給を制限することは

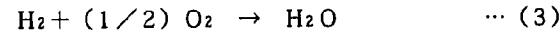
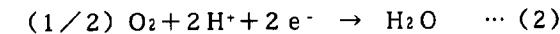
運転者による車両の操作性を低下させるが、電力の供給が制限されていることを運転者に知らせることによって、出力制限条件下での安全な走行を促すことができる。

### 【0025】

【発明の実施の形態】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。図1は、本発明の好適な一実施例である燃料電池システム10を搭載した電気自動車の構成の概略を表すブロック図である。本実施例の燃料電池システム10は、車両に搭載されて車両駆動用の電源として働く。燃料電池システム10は、燃料電池20、2次電池30、車両駆動用のモータ32、補機類34、DC/DCコンバータ36、切り替えスイッチ38、残存容量モニタ46、制御部50、インバータ80、電流センサ90を主な構成要素とする。以下、燃料電池システム10の各構成要素について説明する。

【0026】燃料電池20は、固体高分子電解質型の燃料電池であり、構成単位である単セル28を複数積層したスタック構造を有している。燃料電池20は、陰極側に水素を含有する燃料ガスの供給を受け、陽極側には酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて以下に示す電気化学反応によって起電力を得る。

### 【0027】



【0028】(1)式は陰極側における反応、(2)式は陽極側における反応を示し、(3)式は電池全体で起こる反応を表わす。図2は、この燃料電池20を構成する単セル28の構成を例示する断面図である。単セル28は、電解質膜21と、アノード22およびカソード23と、セパレータ24、25とから構成されている。

【0029】アノード22およびカソード23は、電解質膜21を両側から挟んでサンドイッチ構造を成すガス拡散電極である。セパレータ24、25は、このサンドイッチ構造をさらに両側から挟みつつ、アノード22およびカソード23との間に、燃料ガスおよび酸化ガスの流路を形成する。アノード22とセパレータ24との間には燃料ガス流路24Pが形成されており、カソード23とセパレータ25との間には酸化ガス流路25Pが形成されている。セパレータ24、25は、図2ではそれぞれ片面にのみ流路を形成しているが、実際にはその両面にリブが形成されており、片面はアノード22との間で燃料ガス流路24Pを形成し、他面は隣接する単セルが備えるカソード23との間で酸化ガス流路25Pを形成する。このように、セパレータ24、25は、ガス拡散電極との間でガス流路を形成するとともに、隣接する単セル間で燃料ガスと酸化ガスの流れを分離する役割を果たしている。もとより、単セル28を積層してスタッ

ク構造を形成する際、スタッツ構造の両端に位置する2枚のセパレータは、ガス拡散電極と接する片面にだけリブを形成することとしてもよい。

【0030】ここで、電解質膜21は、固体高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたプロトン伝導性のイオン交換膜であり、湿潤状態で良好な電気伝導性を示す。本実施例では、ナフィオン膜(デュポン社製)を使用した。電解質膜21の表面には、触媒としての白金または白金と他の金属からなる合金が塗布されている。触媒を塗布する方法としては、白金または白金と他の金属からなる合金を担持したカーボン粉を作製し、この触媒を担持したカーボン粉を適当な有機溶剤に分散させ、電解質溶液(例えば、Aldrich Chemical社、Nafion Solution)を適量添加してペースト化し、電解質膜21上にスクリーン印刷するという方法をとった。あるいは、上記触媒を担持したカーボン粉を含有するペーストを膜成形してシートを作製し、このシートを電解質膜21上にプレスする構成も好適である。また、白金などの触媒は、電解質膜21ではなく、電解質膜21を接するアノード22およびカソード23側に塗布することとしてもよい。

【0031】アノード22およびカソード23は、共に炭素繊維からなる糸で織成したカーボンクロスにより形成されている。なお、本実施例では、アノード22およびカソード23をカーボンクロスにより形成したが、炭素繊維からなるカーボンベーパまたはカーボンエルトにより形成する構成も好適である。

【0032】セパレータ24、25は、ガス不透過の導電性部材、例えば、カーボンを圧縮してガス不透過とした緻密質カーボンにより形成されている。セパレータ24、25はその両面に、平行に配置された複数のリブを形成しており、既述したように、アノード22の表面とで燃料ガス流路24Pを形成し、隣接する単セルのカソード23の表面とで酸化ガス流路25Pを形成する。ここで、各セパレータの表面に形成されたリブは、両面とともに平行に形成する必要はなく、面毎に直行するなど所定の角度をなすこととしてもよい。また、リブの形状は平行な溝状である必要はなく、ガス拡散電極に対して燃料ガスまたは酸化ガスを供給可能であればよい。

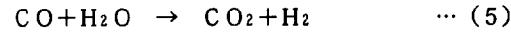
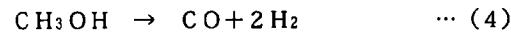
【0033】以上、燃料電池20の基本構造である単セル28の構成について説明した。実際に燃料電池20として組み立てるときには、セパレータ24、アノード22、電解質膜21、カソード23、セパレータ25の順序で構成される単セル28を複数組積層し(本実施例では100組)、その両端に緻密質カーボンや銅板などにより形成される集電板26、27を配置することによって、スタッツ構造を構成する。

【0034】図1のブロック図では図示しなかったが、実際に燃料電池を用いて発電を行なうには、上記スタッツ構造を有する燃料電池本体の他に所定の周辺装置を必

要とする。図3は、燃料電池20とその周辺装置とからなる燃料電池部60の構成を示すブロック図である。燃料電池部60は、上記燃料電池20と、メタノールタンク61および水タンク62と、改質器64と、エアコンプレッサ66とを主な構成要素とする。

【0035】改質器64は、メタノールタンク61および水タンク62から、メタノールおよび水の供給を受ける。改質器64では、供給されたメタノールを原燃料として水蒸気改質法による改質を行ない、水素リッチな燃料ガスを生成する。以下に、改質器64で行なわれる改質反応を示す。

#### 【0036】



【0037】改質器64で行なわれるメタノールの改質反応は、(4)式で表わされるメタノールの分解反応と(5)式で表わされる一酸化炭素の変成反応とが同時に進行し、全体として(6)式の反応が起きる。このような改質反応は全体として吸熱反応である。改質器64で生成された水素リッチな燃料ガスは燃料供給路68を介して燃料電池20に供給され、燃料電池20内では各単セル28において、前記燃料ガス流路24Pに導かれてアノード22における電池反応に供される。アノード22で行なわれる反応は記述した(1)式で表わされるが、この反応で必要な水を補って電解質膜21の乾燥を防ぐために、燃料供給路68に加湿器を設け、燃料ガスを加湿した後に燃料電池20に供給することとしてもよい。

【0038】また、エアコンプレッサ66は、外部から取り込んだ空気を燃料電池20に加圧供給する。エアコンプレッサ66に取り込まれて加圧された空気は、空気供給路69を介して燃料電池20に供給され、燃料電池20内では各単セル28において、前記酸化ガス流路25Pに導かれてカソード23における電池反応に供される。一般に燃料電池では、両極に供給されるガスの圧力が増大するほど反応速度が上昇するため電池性能が向上する。そこで、カソード23に供給する空気は、このようにエアコンプレッサ66によって加圧を行なっている。

なお、アノード22に供給する燃料ガスの圧力は、記述した燃料供給路68に設けたマスフロコントローラの電磁バルブ67の開閉状態を制御することによって容易に調節可能である。

【0039】燃料電池20内のアノード22で電池反応に使用された後の燃料排ガスと、エアコンプレッサ66によって圧縮された空気の一部とは改質器64に供給される。既述したように、改質器64における改質反応は吸熱反応であって外部から熱の供給が必要であるため、改質器64内部には図示しないバーナが加熱用に備えられている。上記燃料ガスと圧縮空気とは、このバーナの

燃焼のために用いられる。燃料電池20の陽極側から排出された燃料排ガスは燃料排出路71によって改質器64に導かれ、圧縮空気は空気供給路69から分岐する分岐空気路70によって改質器64に導かれる。燃料排ガスに残存する水素と圧縮空気中の酸素とはバーナの燃焼に用いられ、改質反応に必要な熱量を供給する。

【0040】このような燃料電池20は、接続される負荷の大きさに応じて燃料ガス量および酸化ガス量を調節することによって出力を制御することができる。この出力の制御は制御部50によって行なわれる。すなわち、既述したエアコンプレッサ66や燃料供給路68に設けた電磁バルブ67に対して制御部50からの駆動信号を出し、その駆動量や開閉状態を調節することで供給ガス量を制御して燃料電池20の出力を調節している。

【0041】以上説明した燃料電池20は、2次電池30、モータ32および補機類34と接続している。この燃料電池20は、モータ32および補機類34に対して電力の供給を行なうと共に、これら負荷の状態に応じて2次電池30の充電を行なう。このような2次電池30の充放電状態に関わる制御については後に詳しく説明する。

【0042】2次電池30は、上記燃料電池20とともにモータ32および補機類34に電力を供給する電源装置である。本実施例では鉛蓄電池を用いたが、ニッケル-カドミウム蓄電池、ニッケル-水素蓄電池、リチウム2次電池など他種の2次電池を用いることもできる。この2次電池30の容量は、燃料電池システム10を搭載する車両の大きさやこの車両の想定される走行条件、あるいは要求される車両の性能（最高速度や走行距離など）などによって決定される。

【0043】モータ32は、三相同期モータである。燃料電池20や2次電池30が outputする直流電流は、後述するインバータ80によって三相交流に変換されてモータ32に供給される。このような電力の供給を受けてモータ32は回転駆動力を発生し、この回転駆動力は、燃料電池システム10を搭載する車両における車軸を介して、車両の前輪および／または後輪に伝えられ、車両を走行させる動力となる。このモータ32は、制御装置33の制御を受ける。制御装置33は、アクセルペダル33aの操作量を検出するアクセルペダルポジションセンサ33bなどとも接続されている。また、制御装置33は、制御部50とも接続されており、この制御部50との間でモータ32の駆動などに関する種々の情報をやり取りしている。

【0044】補機類34は、燃料電池システム10の稼働中に所定範囲内の電力を消費する負荷である。例えば、エアコンプレッサ66やウォータポンプやマスフロコントローラなどがこれに相当する。エアコンプレッサ66は、既述したように、燃料電池20に供給する酸化ガス圧を調節するものである。また、ウォータポンプ

は、冷却水を加圧して燃料電池20内を循環させるものであり、このように冷却水を循環させて燃料電池20内で熱交換を行なわせることによって、燃料電池20の内部温度を所定の温度以下に制御する。マスフロコントローラは、既述したように燃料電池20に供給する燃料ガスの圧力と流量を調節する。従って、図1のブロック図では燃料電池20と補機類34とは独立して表わされているが、これら燃料電池20の運転状態の制御に関わる機器については燃料電池20の周辺機器ということもできる。このような補機類34の電力消費量は最大5kWであり、モータ32の消費電力に比べて少なく、電力消費量の変動も小さい。

【0045】DC/DCコンバータ36は、燃料電池20および2次電池30が outputする電気エネルギーの電圧を変換して補機類34に供給する。モータ32を駆動するのに必要な電圧は、通常200V～300V程度であり、燃料電池20および2次電池30からはこれに見合った電圧が outputされている。しかしながら、既述したウォータポンプなどの補機類34を駆動するときの電圧は12V程度であり、燃料電池20および2次電池30から出力される電圧をそのままの状態で供給することはできない。したがって、DC/DCコンバータ36によって電圧を降下させている。

【0046】切り替えスイッチ38は、燃料電池20および2次電池30に対してモータ32と補機類34とを並列に接続する回路中に設けられており、この切り替えスイッチ38を切り替えることによって、燃料電池20および2次電池30とモータ32とを接続したり切り離したりすることができる。切り替えスイッチ38における接続状態は、制御部50によって制御されている。

【0047】残存容量モニタ46は、2次電池30の残存容量を検出するものであり、ここではSOCメータによって構成されている。SOCメータは2次電池30における充電・放電の電流値と時間を積算するものであり、この値を基に制御部50は2次電池30の残存容量を演算する。ここで残存容量モニタ46は、SOCメータの代わりに電圧センサによって構成することとしてもよい。2次電池30は、その残存容量が少なくなるにつれて電圧値が低下するため、この性質を利用して電圧を測定することによって2次電池30の残存容量を検出することができる。このような電圧センサは制御部50に接続されるものであり、制御部50に予め電圧センサにおける電圧値と残存容量との関係を記憶しておくことによって、電圧センサから入力される測定値を基に制御部50は2次電池30の残存容量を求めることができる。あるいは、残存容量モニタ46は、2次電池30の電解液の比重を測定して残存容量を検出する構成としてもよい。

【0048】制御部50は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、CPU52、ROM

54、RAM56および入出力ポート58からなる。CPU52は、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行する。ROM54には、CPU52で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データなどが予め格納されており、RAM56には、同じくCPU52で各種演算処理を実行するのに必要な各種データが一時的に読み書きされる。入出力ポート58は、残存容量モニタ46など各種センサからの検出信号などを入力すると共に、CPU52での演算結果に応じて、切り替えスイッチ38やインバータ80などに駆動信号を出力して燃料電池システムの各部の駆動状態を制御する。

【0049】図1では、制御部50に関しては、残存容量モニタ46からの検出信号および電流センサ90からの信号の入力と、インバータ80および切り替えスイッチ38への駆動信号の出力と、制御装置33との間の信号のやり取りのみを示したが、制御部50はこの他にも燃料電池システムにおける種々の制御を行なっている。制御部50による図示しない制御の中で主要なものとしては、燃料電池20の運転状態の制御を挙げることができる。既述したように、エアコンプレッサ66やマスフロコントローラに駆動信号を出力して酸化ガス量や燃料ガス量を制御したり、改質器64に供給するメタノールおよび水の量を制御したり、燃料電池20の温度管理や改質器64の温度管理も制御部50が行なっている。

【0050】インバータ80は、燃料電池20や2次電池30から供給される直流電流を、3相交流電流に変換してモータ32に供給する。ここでは、制御部50からの指示に基づいて、モータ32に供給する3相交流の振幅（実際にはパルス幅）および周波数を調節することによって、モータ32で発生する駆動力を制御可能となっている。このインバータ80は、6個のスイッチング素子（例えば、バイポーラ形MOSFET（IGBT））を主回路素子として構成されており、これらのスイッチング素子のスイッチング動作により燃料電池20および2次電池30から供給される直流電流を任意の振幅および周波数の三相交流に変換する。インバータ80が備える各スイッチング素子は、導電ラインにより制御部50に接続されており、制御部50からの駆動信号によりそのスイッチングのタイミングの制御を受ける。

【0051】電流センサ90は、2次電池30からの出力電流を検出する。2次電池30の出力状態は放電の場合も充電の場合もあるが、以後、充放電両方の場合について出力電流という。この電流センサ90は制御部50と接続しており、電流センサ90によって検出された電流値は制御部50に入力される。入力された電流値は、2次電池30における充放電状態を判断する際に用いられる。

【0052】以上燃料電池システム10の構成について説明したが、次に、この燃料電池システム10の動作に

ついて説明する。まず最初に、燃料電池システム10における燃料電池20および2次電池30からの出力の様子について説明する。燃料電池20と2次電池30とは並列に接続されているため、負荷の大きさや2次電池30の充電状態などに応じて、両者が共に電力を供給する側となることであれば、燃料電池20による2次電池30の充電が行なわれることもある。

【0053】図4は、燃料電池20および2次電池30の出力特性を表わす説明図である。燃料電池20は、負荷が小さいとき、すなわち出力する電流値が小さいときには大きな電圧値を得ることができ、電流値が大きくなるに従って電圧値は低下する。また、2次電池30は、広い電流値にわたって所定範囲の電圧値を維持することができるが、その充電状態によって電圧値は昇降する。図4に示した2次電池30の出力特性は、2次電池30が充分に充電されているときのものである。

【0054】例えば、燃料電池システムを搭載する車両が加速中でモータ32が要する電力が大きいときに、モータ32および補機類34を駆動するのに要する全電流をIt1とする。この時、燃料電池20および2次電池30から電流が取り出されると、この電流値に応じて燃料電池20および2次電池30の出力端子間電圧は低下する。しかし、燃料電池20、2次電池30およびモータ32は並列に接続されているからそれらの両端電圧は等しくなる。この電圧をVt1とすると、図4から燃料電池20の出力電流If1、2次電池30の出力電流IB1は、 $If1 = If1 + IB1$ が成立立つ値となる。このとき  $If1 < IB1$  となっている。

【0055】前記負荷を駆動するのに要する全電流値がIt2に低下したときには、この電流値の減少分に応じて燃料電池20および2次電池30の出力端子間電圧電圧は上昇する。この場合にも上述したように、燃料電池20、2次電池30およびモータ32の両端電圧は等しくなる。このときの電圧をVt2とすると、図4から、燃料電池20の出力電流If2、2次電池30の出力電流IB2は、 $If2 = If2 + IB2$  が成立立つ値となる。このとき  $If2 > IB2$  となっている。このように、負荷の大きさによって燃料電池20と2次電池30とのそれぞれが出力する割合は変化する。

【0056】図5は、燃料電池20の出力特性と、充電状態の低下した2次電池30の出力特性とを表わす説明図である。モータ32が所定の大きさの電力を要するときに前記負荷を駆動するための全電流値をIt3とする。この時、燃料電池20および2次電池30から電流が取り出されると、この電流値に応じて燃料電池20および2次電池30の出力端子間電圧は低下する。上述したように、燃料電池20、2次電池30およびモータ32の両端電圧は等しくなるため、この時の電圧をVt3とすると、図5から、燃料電池20の出力電流If3、2次電池30の出力電流IB3は、 $If3 = If3 + IB3$  が成立立つ値

となる。このとき  $I_{F3} > I_{B3}$  となっている。このよう に、2次電池30の充電状態が低下したときには、負荷に対する出力の大部分を燃料電池20に頼ることになる。

【0057】ここで、モータ32が要する電力の大きさが所定量よりも小さくなり、前記負荷を駆動するのに要する全電流が  $I_{t4}$  に低下すると、この電流値の減少分に応じて燃料電池20および2次電池30の出力端子間電圧電圧は上昇する。この場合にも上述したように、燃料電池20、2次電池30およびモータ32の両端電圧は等しくなる。このときの電圧を  $V_{t4}$  とすると、図5から、燃料電池20の出力電流  $I_{F4}$ 、2次電池30の充電電流  $I_{B4}$  は、 $I_{t4} = I_{F4} + I_{B4}$  が成り立つ値となる。ただし、このとき  $I_{B4} < 0$  であり、2次電池30は燃料電池20によって充電される状態となる。このように、2次電池30の充電状態が充分でないときには、負荷の大きさが所定量以下となると、燃料電池20は負荷を駆動すると共に2次電池30の充電を行なうようになる。

【0058】次に、本実施例の燃料電池システム10において、2次電池30の残存容量に応じて行なわれる制御について説明する。本実施例では、2次電池30の残存容量が所定の値以下の場合には、燃料電池システム10における出力、すなわち燃料電池システム10を搭載する電気自動車で消費される電力量を規制し、残存容量が所定量以上に回復するまでは出力を所定値に抑えるという制御を行なう。燃料電池システム10を搭載する電気自動車で消費される電力とは、モータ32で消費される電力の他に補機類34で消費される電力も含まれるが、補機類34で消費される電力の多くは、既述したように、燃料電池システム10を稼働状態に維持するために必要なものであり、規制する電力としてはモータ32で消費する電力が対象となる。

【0059】本実施例の燃料電池システム10において上記制御を行なう際の動作について、図6に示す残存容量低下時検出処理ルーチンに基づいて説明する。本ルーチンは、燃料電池システム10を搭載する車両において、この燃料電池システムを始動させる所定のスタートスイッチがオン状態になったときから、CPU52によって所定時間ごと、例えば10secごとに実行される。

【0060】本ルーチンが実行されると、まず、残存容量モニタ46が2次電池30の残存容量Qを検出して検出値をCPU52に入力する(ステップS100)。次に、この検出した残存容量の値Qを、予め設定した基準値Q0と比較する(ステップS110)。検出値Qが基準値Q0よりも大きいときは、2次電池30の残存容量が充分であると判断して本ルーチンを終了する。

【0061】ステップS110において、検出した残存容量の値Qが基準値Q0よりも小さいときには、2次電池30の残存容量が不十分であると判断し、インバータ

80を制御することによってモータ32の消費電力を所定の制限値以下に制限する(ステップS120)。具体的には、インバータ80において既述したスイッチング素子のスイッチングのタイミングを制御し、直流電流を変換してモータ32に供給する三相交流の振幅または周波数を所定の値以下に抑えることによってモータ32における消費電力を上記所定の制限値以下に抑える。モータ32の消費電力を所定の制限値以下に制限すると、それまでのモータ32における消費電力がこの制限値よりも大きかった場合には、電気自動車全体で消費する電力量の減少によって燃料電池20および2次電池30の出力電圧が上昇し、その出力状態が変化する。ここで、電流センサ90によって2次電池30からの出力電流Iを検出し(ステップS130)、この出力電流Iの正負を判断する(ステップS140)。

【0062】ステップS140において2次電池30の出力電流Iが正であると判断されると、2次電池30からは引き続き電力が出力されていることになるため、ステップS120に戻ってモータ32における消費電力の制限値を設定し直して消費電力の低減を図る。その後再びステップS130に移行して2次電池30からの出力電流Iを検出し、ステップS140でその正負を判断する。ステップS140において2次電池30の出力電流Iが負であると判断されると、モータ32で消費する電力を低減することによって2次電池30の出力状態が放電から充電に転じたと判断される。ここでは、2次電池30からの出力電流Iの正負の判断と、モータ32での消費電力の制限値の再設定による消費電力の低減とを必要に応じて繰り返すことによって、2次電池30の出力状態を充電に転じさせる。

【0063】ステップS140で2次電池30の出力電流Iが負であると判断されると、次に、再び残存容量モニタ46が2次電池30の残存容量を検出してその検出値QをCPU52に入力する(ステップS150)。次に、この残存容量の値Qと予め設定しておいた基準値Q1との比較を行ない(ステップS160)、2次電池30の残存容量が充分に回復したかどうかを判断する。ステップS160において、2次電池30の残存容量Qが基準値Q1を上回った時には、2次電池30の残存容量は充分に回復したと判断される。この場合には、ステップS120で行ったモータ32の出力制限を解除して(ステップS170)本ルーチンを終了する。なお、このときに基準値Q1は、ステップS110における基準値Q0と同じ値を設定することとしても良いが、制御の安定性を考えて基準値Q0よりも大きな値を設定することが望ましい。

【0064】ステップS160において、2次電池30の残存容量の値Qが基準値Q1に達していないときには、2次電池30の残存容量の回復状態が不十分であると判断される。この場合には、まず、ステップS130

に戻って2次電池30からの出力電流Iを測定し、ステップS140において2次電池30の出力状態が充電であることを確認する。2次電池30の出力状態が充電であることが確認されると、前回行ったステップS140における処理と同じく、再び残存容量モニタ46によって2次電池30の残存容量Qを検出し(ステップS150)、検出した残存容量の値Qを既述した基準値Q1と比較する(ステップS160)。必要に応じてこれらの処理を繰り返し、ステップS160で2次電池30の残存容量Qが基準値Q1を上回ると、ステップS170に移行してモータ32への出力制限を解除して本ルーチンを終了する。

【0065】ステップS160からステップS130に戻って2次電池30からの出力電流を検出し、ステップS140でその正負を調べたときに、後述するように、2次電池30の出力状態が放電となっていることがある。このような場合には、ステップS140からさらにステップS120に戻り、モータ32の消費電力がさらに減少するように消費電力の制限値を再設定して消費電力の低減を図り、2次電池30の出力状態を充電に変える。このような場合にも、2次電池30の出力状態が充電に変われば、やがて2次電池30の残存容量Qが上記基準値Q1を上回るようになる(ステップS160)。2次電池30の残存容量Qが上記基準値Q1を上回ると、ステップS170においてモータ32への出力制限を解除して本ルーチンを終了する。

【0066】ここで、モータ32における消費電力との制限についてさらに説明する。モータ32の駆動状態は、アクセルペダルポジションセンサ33bから出力される信号などに基づいて制御部50からインバータ80に出力される駆動信号によって制御される。アクセルペダル33aが踏み込まれて車両の速度を増すように指示が入力されると、インバータ80では直流電流から変換される三相交流の振幅および周波数を増大させる制御が行なわれ、これによってモータ32のトルクおよび回転数が上昇して車両の速度が増すと共にモータ32での消費電力も増大する。モータ32における消費電力の制限は、インバータ80からモータ32に供給される三相交流の振幅および周波数に制限を設けることによって実行される。三相交流の振幅および周波数に制限が設けられると、アクセルペダル33aを踏み込んでも、モータ32において上記制限された振幅に対応したトルク以上が得られない、あるいは回転数以上には回転しなくなるため、モータ32での消費電力を制限することができる。

【0067】なお、ステップS120においてモータ32の消費電力を所定の設定値以下に制限したときに、モータ32の駆動状況によっては、実際にモータ32が消費している電力はこの設定値以下であることも考えられる。ここで、モータ32における実際の消費電力が上記設定値以下であっても2次電池30の出力状態が放電で

ある場合には、ステップS140からステップS120に戻ってモータ32の消費電力の制限値を設定し直す処理が行なわれるため、最終的には2次電池30の出力状態が充電となるように制御される。

【0068】また、モータ32における実際の消費電力が上記設定値以下であって、2次電池30の出力状態が充電である場合には、上述したようにそのままステップS150に移行し、2次電池30の残存容量の値Qが所定の基準値Q1を上回るまで監視する。ここで、2次電池30の残存容量が基準値Q1に達する前にモータ32における消費電力が変動し、ステップS120で設定した制限値まで上昇したときに、2次電池30の出力状態が放電になってしまった場合には、2次電池の残存容量Qは基準値Q1に達しないためステップS160からステップS130に戻ることになる。ステップS140において2次電池30の出力状態が放電と判断されると、ステップS120に戻って消費電力がさらに減少するよう消費電力の制限値を再設定する。この場合にも、最終的に2次電池30の出力状態が充電となるまで、モータ32での消費電力を減らすように消費電力の制限値の再設定を繰り返す制御が行なわれて、2次電池30の残存容量の回復が図られる。もとより、モータ32における消費電力が変動して上記制限値まで上昇したときに、2次電池30の出力状態が充電のままであれば、2次電池30の残存容量は回復を続け、やがて上記基準値Q1に達する。

【0069】以上説明した燃料電池システム10によれば、2次電池30の残存容量が低下したときにはモータ32での消費電力を制限するため、2次電池30の残存容量の状態が悪化してしまうのを抑えることができる。また、燃料電池20に過大な負荷がかかってしまうのを防止することもできる。さらに、モータ32での消費電力を制限する際、2次電池30の出力状態が充電になるまでこの制限値を再設定するので、2次電池30の残存容量が低下したときには速やかにその回復を図ることができる。従って、2次電池30の残存容量が低下した状態で負荷量が増大することによって燃料電池20で生じる問題を回避することができる。すなわち、燃料電池20からの出力が過剰となって、燃料電池20の出力電圧が低下してしまったり、燃料電池20内部が部分的に過熱して損傷を受けてしまうことがない。

【0070】上記第1実施例では、2次電池30の残存容量が不十分であると判断されたときに、モータ32の消費電力を2次電池30の出力状態が充電となるまで抑えることとしたが、2次電池30の消費電力を所定の制限値以下に抑える制御を行なうだけでも、2次電池30の残存容量の状態が悪化するのを抑えたり、燃料電池20に過剰の負荷がかかったりするのを防ぐことができる。ここで、2次電池30の残存容量が不十分であると判断されたときに、モータ32からの出力に対して設け

る制限値は、2次電池30の残存容量にかかわらず一定値を設定することとしても良いし、2次電池30の残存容量が少ないほど低く設定することとしても良い。図7は制限値として一定値を設定する場合を示す説明図である。この場合には、2次電池30の残存容量が基準値Q0以下の間は、2次電池30からの出力は所定の制限値以下に制限される。実際の制御は、モータ32におけるトルクあるいは回転数がこの制限値に見合った値以下となるように、インバータ80からモータ32に供給される三相交流の振幅および周波数が制限されることによって行なわれる。2次電池30の残存容量が基準値Q0を上回るときは、このような制限は解除され、アクセルペダル33aを操作することによって、モータ32の回転数を任意に制御することが可能となる。

【0071】このような構成とすれば、2次電池30の残存容量が基準値Q0を下回ったときにはモータ32での消費電力が制限されるため、2次電池30の残存容量が減少したことに起因して燃料電池20に負荷がかかりすぎるので防ぐことができる。このモータ32での消費電力の制限値として、2次電池30の残存容量が基準値Q0となったときに2次電池30の出力状態が充電に転じる値を設定しておけば、モータ32での消費電力を制限することによって2次電池30の充電を開始し、その残存容量の回復を図ることができる。また、モータ32での消費電力を制限値に抑えても2次電池30の出力状態が放電となる値を制限値として設定する場合には、2次電池30の残存容量がさらに低下して所定量以下となったときに、2次電池30の出力状態が充電に転じることになる。すなわち、モータ32での消費電力を上記制限値以下に制限した場合に、2次電池30の残存容量が上記所定量以下にまで減少した時には2次電池30の充電が行なわれ、同じく残存容量が上記所定量以上基準値Q0以下にまで回復した時には、2次電池30は出力可能であるが放電量が抑えられた状態となる。

【0072】図8は、モータ32の消費電力を抑えるために設ける制限値を、2次電池30の残存容量に応じて設定する場合を示す説明図である。この場合にも2次電池30の残存容量が基準値Q0以下となるとモータ32の消費電力に制限値を設けるが、その際、2次電池30の残存容量が少ないほどモータ32の消費電力の制限値が小さくなるようにこの制限値を設定する。もとより2次電池30の残存容量が基準値Q0を上回るときは、このような制限は解除される。

【0073】このような構成とすれば、2次電池30の残存容量が基準値Q0を下回ったときには消費電力が制限されるため、燃料電池20に負荷がかかりすぎるので防ぐことができる。また、2次電池30の残存容量がある程度減少すると、2次電池30の出力状態が放電から充電に転じるため、2次電池30の残存容量が低下しきてしまう前に残存容量を回復させることができる。

さらに、既述した図7に示した制御のように、残存容量がある程度低下するとモータへの出力が所定値にまで急激に低下して、車両の速度が突然落ちてしまうことがなく、徐々に速度がでない状態に移行していくため、車両の運転者にとってより違和感の少ない制御とすることができる。

【0074】図9は、モータ32の消費電力を抑えるために設ける制限値を、2次電池30の残存容量に応じて複数の段階に分けて設定する場合を示す説明図である。

10 この場合にも2次電池30の残存容量が基準値Q0以下となるとモータ32の消費電力に制限値を設けるが、その際、2次電池30の残存容量を基準値Q0以下において複数の段階に分け（図9では4段階）、それぞれの段階で異なる制限値を設定する。このような構成とすれば、2次電池30の残存容量の低下状態に応じて、モータ32での消費電力の制限値を調節することができる。

【0075】図7ないし図9に基づいて説明した上記制御では、2次電池30の残存容量が基準値Q0を下回つてモータ32における消費電力を制限する場合に、2次電池30の出力に関して設定した制限値と2次電池30の残存容量との関係によって、2次電池の出力状態が放電可能状態であるか充電状態となるかが決まる。ここで、上記第1実施例で示した構成と同様に、モータ32における消費電力の制限値の設定後、2次電池30の放電状態が充電となるように制限値を再設定することとしても良い。すなわち、モータ32における消費電力の制限値の設定後、2次電池30の出力電流を電流センサ90によって検出し、この電流値が負の値となるまで上記制限値を低くする再設定を繰り返す。このような構成とすれば、2次電池30の残存容量が基準値Q0以下となつたときには、速やかに2次電池30の残存容量の回復を図ることができる。

【0076】もとより、2次電池30の残存容量が基準値Q0を下回ったときには図7ないし図9に示した出力制限を行ってモータ32における消費電力を制限し、2次電池30の残存容量がさらに第2の所定の基準値を下回った時には、第1実施例と同様に2次電池30の出力状態が充電に転じるまで上記制限値の再設定を行なうことも良い。上記いずれの構成を採用しても、ある程度残存容量が低下した場合には2次電池30の出力状態を充電とすることによって、2次電池30の残存容量の回復を図ることができる。

【0077】上記の説明では、2次電池30における消費電力を制限する方法として、その消費電力に制限値を設けることとしたが、その他に、モータ32を停止させてしまうことによって消費電力を制限する方法もある。モータ32を停止させるには、図1に示した切り替えスイッチ38に制御部50から駆動信号を入力してこの切り替えスイッチ38において回路を切断することによってモータ32への電力の供給を絶てばよい。このような

切り替えスイッチ38は、インバータ80内を構成する回路内に設けることとしても良い。

【0078】このように、モータ32への電力の供給を絶ってモータ32を停止させる制御を含め、モータ32における消費電力の制御を行なうことができる。単にモータ32での消費電力量に制限値を設ける制御、2次電池30の出力状態が充電となるようにモータ32からの出力の制限値を設定する制御、あるいはモータ32を完全に停止させてしまう制御などの中から、2次電池30の残存容量の低下状態や車両の走行条件などに応じて、適宜適切な制御を選択する構成としてもよい。

【0079】上記第1実施例の燃料電池システム10では、残存容量モニタ46と電流センサ90との両方を設け、残存容量モニタ46によって2次電池30の残存容量を監視すると共に、電流センサ90によって2次電池30からの出力電流の正負を判断する構成とした。ここで、SOCモニタなどで構成される残存容量モニタ46を特に設けることなく、電流センサのみによって残存容量の検出を行なう構成とすることができる。このような構成を第2実施例として以下に説明する。図10は、第2実施例の燃料電池システム10Aの構成を例示するブロック図である。燃料電池システム10Aは、残存容量モニタ46を備える代わりに電流センサ92を備えること以外は第1実施例の燃料電池システム10と共に通じるため、構成に関する詳しい説明は省略する。

【0080】燃料電池システム10Aは、第1実施例の燃料電池システム10と同様の電流センサ90の他に、電流センサ92を備える。電流センサ90は、2次電池30からの出力電流I1を測定するものであるが、電流センサ92は、2次電池30からの出力電流と燃料電池20からの出力電流とを合わせた総電流値I0を測定するものである。これら電流センサ90, 92は制御部50に接続しており、制御部50に測定された電流値が入力される。制御部50は、これらの電流値を基に2次電池30の残存容量を検出する。

【0081】ここで、電流値から2次電池30の残存容量を検出する原理について説明する。燃料電池システムAを構成する回路を流れる総電流値I0は、燃料電池20からの出力電流をI2とすると、 $I1 + I2 = I0$ が成立する。ここで、2次電池30の充電状態が充分であって、その出力が制限されていないときには、2次電池30からも出力される状態となるため、 $I1 > 0$ となる。従って $I2 / I0 < 1$ が成立する。このとき、接続された負荷の大きさが大きいほど $I2 / I0$ の値は小さくなる(図4参照)。

【0082】一方、2次電池30の残存容量が所定量以下であって、接続される負荷(モータ32の所要電力)が所定量よりも小さいときには、燃料電池20によって2次電池30が充電される状態となるため、 $I1 < 0$ となる。従って $I2 / I0 > 1$ が成立する。ここで、燃料

電池20による2次電池30の充電が進むと、上記 $I2 / I0$ の値は次第に小さくなって1に近づいていく。

【0083】この $I2 / I0$ の値は、2次電池30の残存容量と接続された負荷の大きさによって決定される値である。従って、負荷の大きさが決まれば、2次電池30の残存容量が既述した基準値Q0であるときの $I2 / I0$ の値を求めることが可能である。本実施例の燃料電池システム10Aでは、2次電池30および燃料電池20の出力電流の状態から2次電池30の充電状態を判断するために、予想される負荷の大きさ(モータ32と補機類34との所要電力の合計)の範囲にわたって、2次電池30の残存容量が基準値Q0であるときの $I2 / I0$ の値が、予め制御部50に記憶されている。

【0084】また、この $I2 / I0$ の値は、2次電池30の温度によっても変わってくるため、2次電池30の予想される運転温度の範囲にわたって、2次電池30の残存容量が基準値Q0であるときの $I2 / I0$ の値が、マップとして制御部50に記憶されている。図11は、2次電池30の残存容量を検出するときにCPU52によって実行される残存容量判定処理ルーチンを例示するフローチャートである。この残存容量判定処理ルーチンは、第1実施例の燃料電池システム10で実行される残存容量低下時検出処理ルーチンにおけるステップS100およびステップS110に代わる処理として実行される。

【0085】本ルーチンが起動されると、CPU52は、まず、電流センサ90, 92が検出する電流値I1, I0を読み込む処理を行なう(ステップS200)。次に、総負荷量の読み込みを行なう(ステップS210)。この総負荷量の読み込みは、モータ32および補機類34の駆動状態を読み込むことによって実行する。さらに、図示しない温度センサによって2次電池30の温度を検出する(ステップS220)。

【0086】ここで、検出した総負荷量と2次電池30の温度とを基に、このような条件下において2次電池30の残存容量が基準値Q0であるときの $I2 / I0$ の値xを求める。また、ステップS200で読み込んだ電流値I1, I0の値を基に $I2 / I0$ の実測値を求め、この $I2 / I0$ の値と基準値Q0に基づくxとの比較を行なう(ステップS240)。実測値に基づく $I2 / I0$ の値が上記xよりも大きいときには、2次電池30の残存容量は基準値Q0よりも少ないと判断して(ステップS250)本ルーチンを終了し、引き続き残存容量低下時検出処理ルーチンのステップS120に移行してモータ32における消費電力の低減を行なう。実測値に基づく $I2 / I0$ の値が上記xよりも小さいときには、2次電池30の残存容量は基準値Q0よりも多いと判断し(ステップS260)、本ルーチンを終了すると共に残存容量低下時検出処理ルーチンを終了する。

【0087】測定した電流値から2次電池30の残存容

量を判定する構成である第2実施例の燃料電池システム10Aでは、図6に示す第1実施例の残存容量低下時検出処理ルーチンにおけるステップS150およびステップS160も、同様の処理に置き換えられる。ここでは、制御部50において、検出した総負荷量および2次電池30の温度を基に、基準値Q0の代わりにQ1に対応するI2/I10の値を所定のマップを参照して求め、実測した電流値に基づくI2/I10の値と比較する。

【0088】上述した第2実施例では、電流センサ46, 90によって、2次電池30の出力電流I1と総電流値I0とを検出する構成としたが、I1, I0, I2のそれぞれは他の2つの値が分かれば求めることができるので、上記I1あるいはI0の代わりに燃料電池20の出力電流I2を求ることとしても良く、I1, I0, I2のうち少なくとも2つの値を検出することとすればよい。

【0089】以上説明した第2実施例の燃料電池システム10Aによれば、2次電池30の残存容量を検出するために残存容量モニタを2次電池30に取り付ける必要がないため、装置の構成を簡素化することができる。すなわち、簡単な構成の電流センサを設けるだけで、2次電池30の残存容量を検出すると共に2次電池30の充放電状態を監視することができる。

【0090】第2実施例の燃料電池システム10Aでは、2次電池30からの出力電流値I1と、燃料電池20からの出力電流値I2と、これらを合わせた総電流値I0との内、少なくとも2種類の電流値を測定してこれらの値を基に2次電池30の残存容量を判定する構成としたが、2次電池30からの出力電流値I1と燃料電池システム10Aを構成する回路における電圧値とから2次電池30の残存容量を判定することもできる。このような構成を以下に第3実施例として説明する。

【0091】図12は、第3実施例の燃料電池システム10Bの構成を例示するブロック図である。燃料電池システム10Bは、残存容量モニタ46および電流センサ92を備える代わりに電圧センサ94を備えること以外は第1実施例の燃料電池システム10および第2次実施例の燃料電池システム10Aと共に構成されるため、構成に関する詳しい説明は省略する。

【0092】燃料電池システム10Bは、既述した実施例の燃料電池システム10, 10Aと同様の電流センサ90の他に、電圧センサ94を備える。燃料電池20および2次電池30は並列に接続されているため、この電圧センサ94が検出する電圧は、燃料電池20の出力電圧および2次電池30の出力電圧に等しい。電圧センサ94は制御部50に接続しており、制御部50に測定された電圧値が入力される。制御部50は、電圧センサ94から入力された電圧値および電流センサ90から入力された電流値を基に2次電池30の残存容量を検出する。

【0093】以下に、上記電圧値および電流値から2次電池30の残存容量を判定する原理について説明する。図13は、燃料電池20と、充電状態が充分（例えば90%）である2次電池30と、充電状態が不十分（例えば20%）である2次電池30と、残存容量の値がQ0である2次電池30の出力特性を模式的に表す説明図である。電圧センサ94によって電圧値を測定すると、2次電池30はその残存容量に応じて出力電流値が一義的に定まる。すなわち、測定された電圧値がVt5であるとき、2次電池30の残存容量が90%であれば2次電池30の出力電流値はI\_F5、同じく残存容量が20%であれば出力電流値はI\_B6、同じく残存容量がQ0であれば出力電流値はI\_B7となる。

【0094】本実施例の燃料電池システム10Bの制御部50には、2次電池30の残存容量が基準値Q0である時の2次電池30における出力特性が記憶されている。2次電池30の出力電流値I1および電圧値Vが入力されると、2次電池30の残存容量がQ0であって電圧値がVであるときの2次電池30の出力電流値の値IBQと、入力した電流値I1とを比較する。I1 > IBQであれば2次電池30の残存容量はQ0よりも大であると判断し、I1 < IBQであれば2次電池30の残存容量はQ0よりも小であると判断する。

【0095】また、2次電池30の残存容量がQ0であるときの2次電池30における出力特性は、2次電池30の温度によっても変わってくるため、2次電池30の予想される運転温度の範囲にわたって、2次電池30の残存容量が基準値Q0であるときの出力特性が制御部50に記憶されている。図14は、燃料電池システム10Bにおいて2次電池30の残存容量を判定するときにCPU52によって実行される残存容量判定処理ルーチンを例示するフローチャートである。この残存容量判定処理ルーチンは、第1実施例の燃料電池システム10で実行される残存容量低下時検出処理ルーチンにおけるステップS100およびステップS110に代わる処理として実行される。

【0096】本ルーチンが起動されると、CPU52は、まず、電流センサ90が検出する電流値I1を読み込むと共に（ステップS300）、電圧センサ94が検出する電圧値Vを読み込む処理を行なう（ステップS310）。次に、図示しない温度センサによって2次電池30の温度を検出する（ステップS320）。ここで、検出した2次電池30の温度において、2次電池30の残存容量が基準値Q0であって電圧値がVである時の2次電池30の出力電流値IBQを求める（ステップS330）。このIBQの値と、ステップS300で読み込んだ電流値I1の値とを比較し（ステップS340）、2次電池30の残存容量がQ0である時の電流値IBQが実測値I1よりも大きいときには、2次電池30の残存容量は基準値Q0よりも少ないと判断して（ステップS350）

50) 本ルーチンを終了し、引き続き残存容量低下時検出処理ルーチンのステップS120に移行してモータ32における消費電力の低減を行なう。2次電池30の残存容量がQ0である時の電流値IBQが実測値I1よりも小さいときには、2次電池30の残存容量は基準値Q0よりも多いと判断し(ステップS360)、本ルーチンを終了すると共に残存容量低下時検出処理ルーチンを終了する。

【0097】測定した電流値および電圧値から2次電池30の残存容量を判定する構成である第3実施例の燃料電池システム10Bでは、図6に示す第1実施例の残存容量低下時検出処理ルーチンにおけるステップS150およびステップS160も、同様の処理に置き換えられる。ここでは、制御部50において、検出した電圧値および2次電池30の温度を基に、基準値Q0の代わりにQ1に対応する2次電池30の電流値を求め、実測した電流値であるI1と比較する。

【0098】以上説明した第3実施例の燃料電池システム10Bによれば、第2実施例と同様に2次電池30の残存容量を検出するために残存容量モニタを2次電池30に取り付ける必要がないため、装置の構成を簡素化することができる。すなわち、簡単な構成の電流センサおよび電圧センサを設けるだけで、2次電池30の残存容量を判定すると共に2次電池30の充放電状態を監視することができる。

【0099】既述した第1ないし第3実施例では、2次電池30からの出力を制限する際に、制御部50からインバータ80に対して駆動信号を出し、インバータ80からモータ32に供給する三相交流の振幅および周波数を制御することによってモータ32での消費電力を削減していた。そのため、特別に回路を設けることなく電気的な信号のやり取りを行なうだけで、モータ32での消費電力を容易に削減することができる。もとより、モータ32に至る回路の所定の位置に、接点の切り替えにより接続可能な状態で所定の大きさの抵抗を設けることとしてもよい。このような構成とすれば、モータ32での消費電力を制限するときには、接点を切り替えることによって回路全体の抵抗値を上昇させて消費電力を低減することができる。

【0100】第1実施例ないし第3実施例に基づいて2次電池30の残存容量が低下したときに行なわれるモータ32への出力の制御について説明したが、このような制御が行なわれるときには、実際の電気自動車では、アクセルペダル33aを踏み込んでも速度が上がらなくなる、あるいは速度が低下してしまう、さらには車両が停止してしまうという状態となってしまう。従って、2次電池30の残存容量が低下してモータ32への出力を制限するときには、車両の運転席の近傍に設けた所定の警告灯を点灯させたり音声や警告音を発するなどして出力制限中であることを運転者に知らせ、車両故障との誤認

を防ぎ、出力制限条件下での安全な走行を促す構成とすることが望ましい。

【0101】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々なる様態で実施し得ることは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な一実施例である燃料電池システム10の構成を例示するブロック図である。

【図2】単セル28の構成を表す断面模式図である。

【図3】燃料電池部60の構成を表すブロック図である。

【図4】燃料電池20と、充分に充電された2次電池30との出力特性を表す説明図である。

【図5】燃料電池20と、充電状態が不十分な2次電池30との出力特性を表す説明図である。

【図6】第1実施例の燃料電池システム10の稼働時に実行される残存容量低下時検出処理ルーチンを表すフローチャートである。

【図7】2次電池30の残存容量の低下時に出力規制を行なう様子を表す説明図である。

【図8】2次電池30の残存容量に応じて出力規制を行なう様子を表す説明図である。

【図9】2次電池30の残存容量に応じて出力規制を段階的に行なう様子を表す説明図である。

【図10】第2実施例の燃料電池システム10Aの構成を例示するブロック図である。

【図11】第2実施例の燃料電池システム10Aにおいて2次電池30の残存容量を検出する際に実行される残存容量判定処理ルーチンを表すフローチャートである。

【図12】第3実施例の燃料電池システム10Bの構成を例示するブロック図である。

【図13】燃料電池20と、種々の充電状態にある2次電池30との出力特性を表す説明図である。

【図14】第3実施例の燃料電池システム10Bにおいて2次電池30の残存容量を検出する際に実行される残存容量判定処理ルーチンを表すフローチャートである。

#### 【符号の説明】

10, 10A, 10B…燃料電池システム

20…燃料電池

21…電解質膜

22…アノード

23…カソード

24, 25…セパレータ

24P…燃料ガス流路

25P…酸化ガス流路

26, 27…集電板

28…単セル

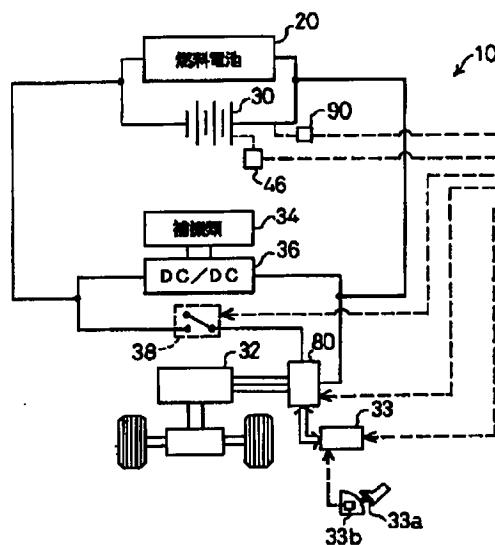
32…モータ

33…制御装置

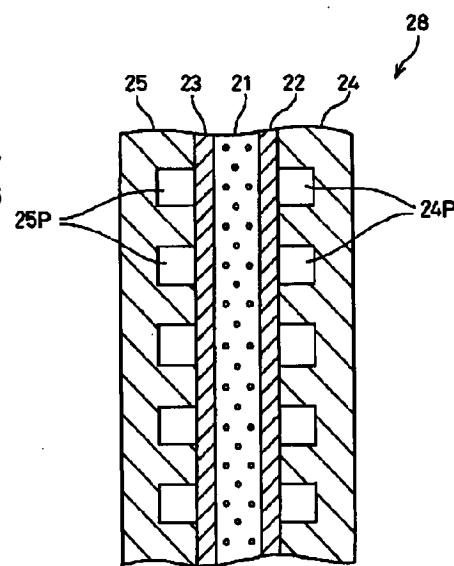
- 33a…アクセルペダル  
 33b…アクセルペダルポジションセンサ  
 34…補機類  
 36…DC/DCコンバータ  
 38…切り替えスイッチ  
 46, 90, 92…電流センサ  
 46…残存容量モニタ  
 50…制御部  
 52…CPU  
 54…ROM  
 56…RAM  
 58…入出力ポート  
 59…燃料電池  
 60…燃料電池部  
 61…メタノールタンク  
 62…水タンク  
 64…改質器  
 66…エアコンプレッサ  
 67…電磁バルブ  
 68…燃料供給路  
 69…空気供給路  
 70…分岐空気路  
 71…燃料排出路  
 80…インバータ  
 94…電圧センサ  
 10…RAM

- 33a…アクセルペダル  
 33b…アクセルペダルポジションセンサ  
 34…補機類  
 36…DC/DCコンバータ  
 38…切り替えスイッチ  
 46, 90, 92…電流センサ  
 46…残存容量モニタ  
 50…制御部  
 52…CPU  
 54…ROM  
 56…RAM  
 58…入出力ポート  
 59…燃料電池  
 60…燃料電池部  
 61…メタノールタンク  
 62…水タンク  
 64…改質器  
 66…エアコンプレッサ  
 67…電磁バルブ  
 68…燃料供給路  
 69…空気供給路  
 70…分岐空気路  
 71…燃料排出路  
 80…インバータ  
 94…電圧センサ  
 10…RAM

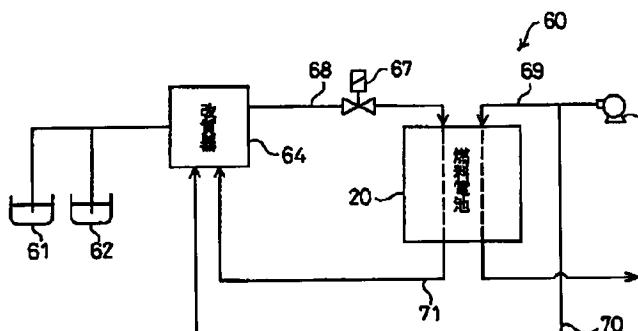
【図1】



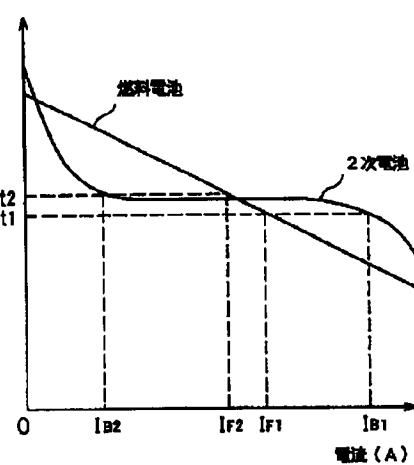
【図2】



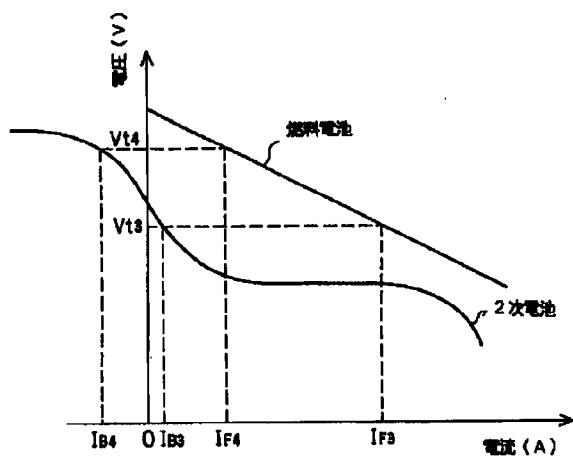
【図3】



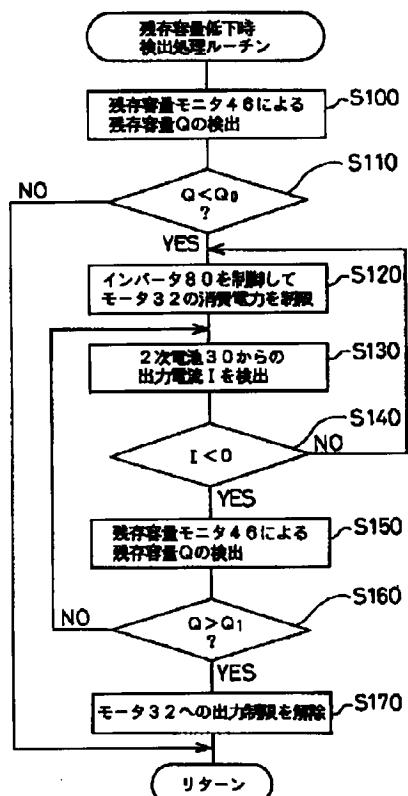
【図4】



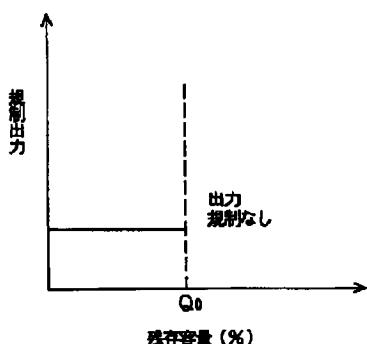
【図5】



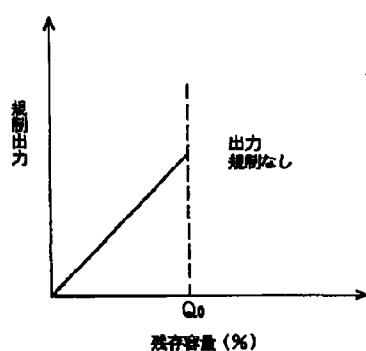
【図6】



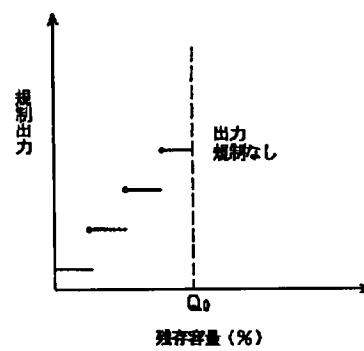
【図7】



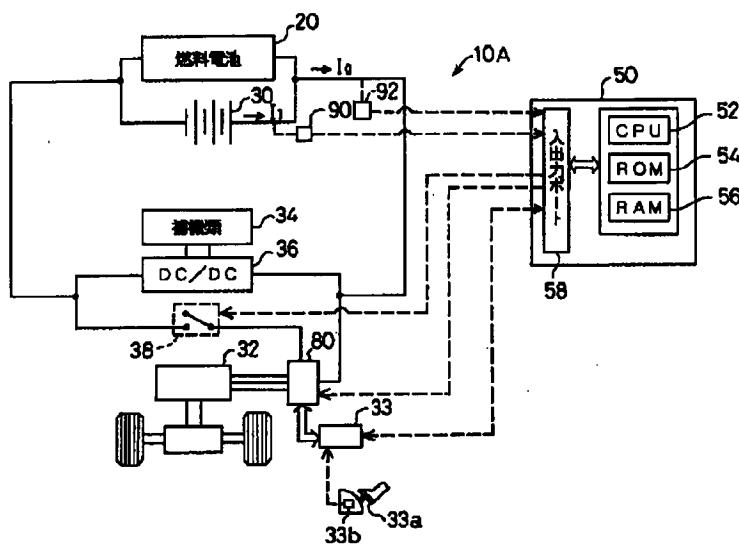
【図8】



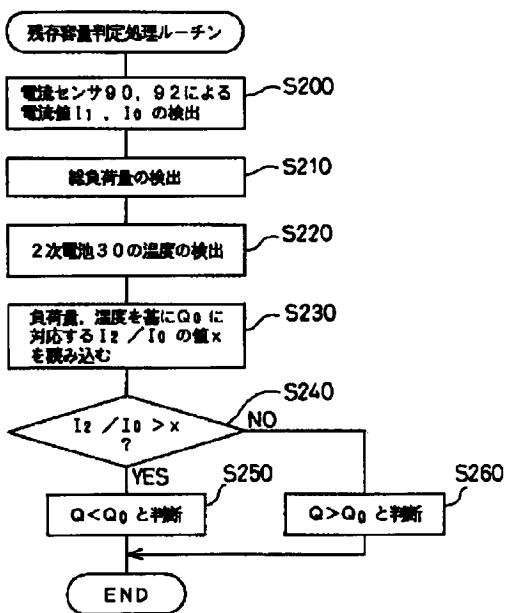
【図9】



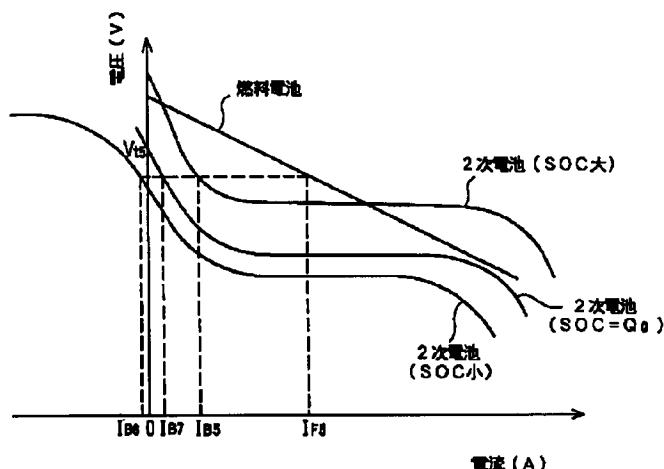
【図10】



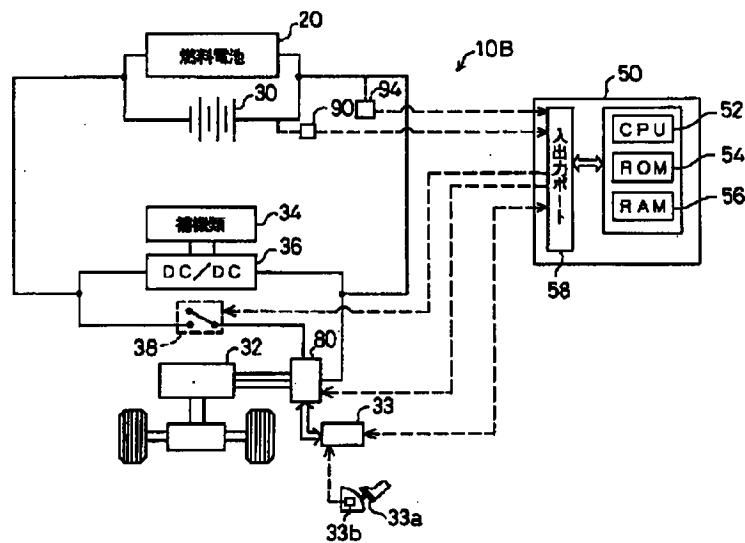
【図11】



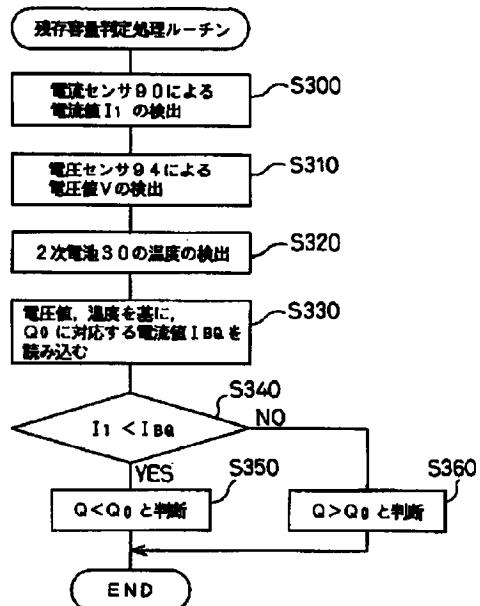
【図13】



【図12】



【図14】



フロントページの続き